

સર ફાર્મનલ અને પ્રાવેશિક પરીક્ષાના ઉમેદવારોને ઉપયોગી.



આળોપયોગી સરળ

**સૂષ્ટિજ્ઞાન**  
યાને

**વિધાના પાઠો.**

( ધોરણ સાતમું. )

રચનાર,

નારણભાઈ વાઘજીભાઈ પટેલ,

નરસંડા.

અને

આશાભાઈ નારણભાઈ પટેલ.

ધોરડા.

---

પ્રકાશક,

મણિલાલ મુળજીભાઈ ઉપાધ્યાય,

મુકસેલર એન્ડ પબ્લીશર.

પેટલાદ ( વાયા આણંદ ).

આવૃત્તિ ૧લી.

સંવત ૧૯૭૩.

પ્રત. ૨૦૦૦.

સને ૧૯૧૭.

કીંમત રૂ. ૦-૪-૬.

શ્રી કાર્મનલ અને પ્રાવેશિક પરીક્ષાના ઉમેદવારોને ઉપયોગી.

આળોપયોગી સરળ

**સૂટ્રજ્ઞાન**  
યાને

**વિધાના પાઠો.**

( ધોરણ સાતમું. )

રચનાર,

નારણભાઈ વાઘજીભાઈ પટેલ,

નરસંડા.

અને

આશાભાઈ નારણભાઈ પટેલ.

ધોરડા.

---

પ્રકાશક,

મણિલાલ મુળજીભાઈ ઉપાધ્યાય,

બુકસેલર એન્ડ પબ્લીશર.

પેટલાદ ( વાયા આણંદ ).

આવૃત્તિ ૧લી.

સંવત ૧૯૭૩.

પ્રત. ૨૦૦૦.

સને ૧૯૧૭.

કીંમત રૂા. ૦-૪-૬.

ગુજરાત વિદ્યાપીઠ પ્રેસ  
અમદાવાદ  
૬૮-૨૬

---

સર્વ હક્ક પ્રકાશકને સ્વાધીન છે.

---



---

શ્રી “ સત્યનારાયણ ” પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં  
પટેલ મોતીલાલ કાળીદાસે છાપી.  
સિવિલ હસ્પિતાલ સામે પાનાભાઈની વાડીમાં—અમદાવાદ.

---

# गूजरात विद्यार्पिठ ग्रंथालय

[ गुजराती कैपीराइट विभाग ]

अनुक्रमिका

५८-४५

वर्षिक

पुस्तकानुं नाम मूल्छिमान

विषय ११०० : १३ : ६०

## પ્રસ્તાવના.

અમે ધો. ૫-૬ નાં સૃષ્ટિજ્ઞાન બુક્સેલરને લખી આપેલાં, જેનો બહોળો પ્રચાર થવાથી તથા ધણા શિક્ષકો તરફથી ધો. ૭ માંના સૃષ્ટિજ્ઞાનની માગણી થવાથી આ પુસ્તક લખવાનો પ્રસંગ પ્રાપ્ત થયો છે. આવા નાના અને નોટરૂપ પુસ્તકને પ્રસ્તાવનાની આવશ્યકતા નથી, છતાં રૂઢિ પ્રમાણે એ શબ્દ લખવા ઉચિત લાગે છે. આ પુસ્તકમાં વાચન સાતમી ચોપડીના ત્રીજા ભાગના વિદ્યાના પાંદો પ્રશ્નોત્તર રૂપે આપવામાં અમે અભ્યાસક્રાંતિની યોગ્યતાનો વિચાર કરીને અને વર્નાક્યુલર શાળાના તેમજ પ્રાવેશિક પરીક્ષામાં બુદ્ધ બુદ્ધ દૃષ્ટિબિંદુથી પૂછાતા સવાલો ધ્યાનમાં લઈને સરળતા કરવા અને તો દરેક પ્રયત્ન કર્યો છે, તેની વાંચનારને ખાતરી થશે. જે 'ક' આમાં આપેલા સવાલો સૂચકપ્રશ્નપદ્ધતિના નથી, પરંતુ પરીક્ષક પ્રશ્નપદ્ધતિના છે; આથી આરંભના અભ્યાસક્રાંતિ એ સવાલોના જવાબો આપી શકે નહિ એ ખુલ્લું છે. આથી પદ્ધતિસર પાંદો શીખી ગયા પછી પરીક્ષાને માટે ચોક્કસ શબ્દોમાં જવાબ આપવા તૈયાર થવા માટે પુનરાવર્તન તરીકે આનો ઉપયોગ કરવો લાભકારક થઈ પડશે.

આ પુસ્તક રચવામાં અમે પદાર્થવિજ્ઞાન, રસાયનશાસ્ત્ર, અને શાળાપત્ર તથા શાળાપત્રના જ્યુબિલિ આંકમાંના કેટલાક લેખોનો પ્રસંગોપાત ઉપયોગ કર્યો છે; પરંતુ પુસ્તકનું કદ વધી જવાના લયથી કેટલીક બાબતો સંક્ષિપ્તમાં પતાવવી પડી છે, છતાં અભ્યાસક્રાંતિ માટે તો આ પુસ્તક પૂરતું છે એમ કહેવાને અડચણ નથી. ધો. ૭ માંના વિદ્યાના પાંદોને ધો. ૬ ટૂંકાના વિદ્યાના પાંદો સાથે ધણો સંબંધ છે, તેથી તે ધોરણની કેટલીક જરૂરી બાબતો સંબંધ જળવવા માટે

આમાં ઘટાવી છે, વળી પરીક્ષામાં પૂછાતા સવાલોની પદ્ધતિ જાણવા સારુ પુસ્તકને અંતે પ્રાવેશિક અને વર્નાક્યુલર ફાઈનલ પરીક્ષાના પ્રશ્નપત્ર ઉતાર્યા છે, તે તરફ અભ્યાસકોનું ધ્યાન ખેંચવામાં આવે છે.

વિદ્યાને લગતાં છૂટથી ચિત્રો આપવાની લેખકની ઇચ્છા હતી, પરંતુ તેમ કરતાં ખર્ચ વધી જાય અને એ જોને અભ્યાસકોને ભારે પડે એ કારણથી પાઠમાં આપેલાં ચિત્રો તરફ ધ્યાન ખેંચી નિભાવી લેવું પડ્યું છે. આથી ખાસ સૂચવવાનું કે વાચન પુસ્તકમાંનાં બધાં ચિત્રો કાળજીપૂર્વક દોરવાનો વિદ્યાર્થીઓએ મહાવરો પાડવો, અને આ પુસ્તકમાંના પાઠો વાંચતાં તે તે પાઠને લગતું ચિત્ર પાસે રાખવા ચૂકવું નહિ.

છેવટ શિક્ષકઅધ્યુઓ તરફથી સુધારોવધારો કરવાની જે જે સૂચના થશે તેનો પછીની આવૃત્તિ પ્રસંગે ઉપકાર સાથે સ્વીકાર થશે, એટલુંજ કહી આ પુસ્તકનો સદુપયોગ કરવાની શિષ્યશિક્ષક ઉભયને અભ્યર્થના કરવામાં આવે છે.

લેખક.

# અનુક્રમણિકા.

પાઠ.	વિષય.	પૃષ્ઠ.
૭૬	કાર્ય અને કાર્યશક્તિ.....	૧ થી ૭
૭૭	યંત્રો અને તેનાથી થતા લાભ.....	૭-૧૨
૭૮	પ્રવાહી પદાર્થોમાં થતું સરખું દબાણ.....	૧૩-૧૭
૭૯	આર્કિમીડીસનો નિયમ.....	૧૮-૨૨
૮૦	કેશાકર્ષણના ચમત્કાર.....	૨૩-૨૪
૮૧	વાયુનું પ્રસરણ અને બલન.....	૨૪-૨૮
૮૨	હવાના ચમત્કાર-સ્વરધારણ યંત્ર.....	૨૮-૩૭
૮૩	પ્રકાશના ચમત્કાર— ઝળઝળ, મૃગજળ વગેરે.....	૩૭-૪૬
૮૪	પ્રકાશના ચમત્કાર— રંગો અને મેઘધનુષ્ય.....	૪૬-૫૫
૮૫	વીજળીના તારનું યંત્ર.....	૫૫-૬૫
૮૬	રસાયનવિકાર અને રસાયનપ્રીતિ.....	૬૫-૭૧
૮૭	પાણીનું બંધારણ.....	૭૧-૭૪
૮૮	દ્રાવ્યતા.....	૭૪-૭૮
૮૯	હવામાંની ભિનાશ.....	૭૮-૮૧
૯૦	એસિડ કે તેજબ, અલકલી અને ક્ષાર.....	૮૧-૮૫
૯૧	ફોસ્ફરસ અને દીવાસળી.....	૮૫-૮૮
૯૨	દહન અને શ્વાસોચ્છ્વાસ.....	૮૮-૯૦
૯૩	કાર્બન અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસ.....	૯૧-૯૭
૯૪	ગ્રહો-મંગળ, વચમાંના નાના ગ્રહો, અને ચૂંકરૂપિત. ૯૮-૧૦૩	
૯૫	ગ્રહો-શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન.....	૧૦૩-૧૦૫
૯૬	નેપ્ચ્યુલા અથવા નિહારિકા.....	૧૦૫-૧૦૭
૯૭	નિહારિકામાંથી ગ્રહો વગેરેનું બનવું.....	૧૦૭-૧૦૯
૯૮	પૃથ્વીનો ઇતિહાસ.....	૧૦૯-૧૧૨

# વર્નાક્યુલર ફાઈનલ પરીક્ષા.

સને ૧૯૧૨.

૧. તત્ત્વ અને મિશ્ર પદાર્થો, રસાયની પૃથક્કરણ અને રસાયની સંયોગ, પ્રકૃતિ વિકાર અને રસાયન વિકારની વ્યાખ્યાઓ સાથે એક એક દાખલો આપો.

૨. મેઘધનુષ્ય શાથી થાય છે તે સમજાવો.

૩. એસિડ, અલ્કલી અને ક્ષારમાં શો ફેર છે તે જાણો. એ ત્રણેની પરીક્ષા કરવાની ઉત્તમ રીત કઈ ? સોડા, પાપડખાર, ચુનો, અને મીઠું ઉપરના ત્રણમાંથી કયા વર્ગનાં છે ?

૪. દહન ક્રિયાથી પદાર્થ નાશ પામે છે કે નહિ તેના પ્રયોગનું વર્ણન સમજાવો.

૫. બલૂનની રચના સમજાવો. તે શાથી હવામાં ઉંચે ચઢે છે ? બલૂનનો ઉપયોગ શું છે ?

સને ૧૯૧૩.

૧. ફેરફારનાં કેટલાં રૂપ છે ? તે દરેકને કેવી રીતે રાખવામાં આવે છે ? સાધારણ દીવાસળી અને નિર્ભય દીવાસળી એ બેની રચનામાં શું ફેર છે ?

૨. વિજળી કેટલા પ્રકારની છે ? તાર આદિસમાં વિજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરે છે ?

૩. કાર્બન કેટલા રૂપમાં મળ્યા આવે છે ? એ દરેક રૂપ કાર્બનનું છે એમ કેવી રીતે સાબીત કરી શકશો ? એ દરેક રૂપ કેવી રીતે મનુષ્યના ખપમાં આવે છે ?

૪. લોઢાના બનાવેલા વહાણમાં તમામ જાતનો ભારે માલ ભરેલો હોય છે અને વહાણનું દ્રવ્ય પાણી કરતાં વધારે ઘટ હોય છે છતાં તે પાણી પર તરી શકે છે એનું કારણ શું છે તે સમ-



જાવો. એના સંબંધનો નિયમ કેને નામે ઓળખાય છે અને તે નિયમ શું છે તે લખો.

૫. ગ્રહ અને તારામાં શું ફેર છે ? શનિ વિષે જે જાણતા હો તે લખો.

### સને ૧૯૧૪.

૧. પાણીનું બંધારણ શું ? તે બતાવવાના પ્રયોગોનું વર્ણન કરો.

૨. શ્વાસોચ્છવાસ અને દહન એ બેમાં મળતાપણું તથા તફાવત શું છે તે બતાવો.

૩. મૃગજળ અને મેઘ ધનુષ્ય શું છે, અને તે કેવી રીતે થાય છે તે બતાવો.

૪. સ્વરંધારણ યંત્ર શું છે ? તેની બનાવટ કેવી છે, તથા તે કેવી રીતે કામ આપે છે તે બતાવો.

૫. ઉપગ્રહો કોને કહે છે ? મંગળ તથા તેના ઉપગ્રહોનું વર્ણન આપો.

૬. નિહારિકા વિષે અને તેમાંથી ગ્રહોની ઉત્પત્તિ વિષે હાલનું મત શું છે ?

### સને ૧૯૧૬.

૧. મેઘ ધનુષ્ય કેવી રીતે બને છે ?

૨. કાર્બન, કાં. ઓ. ગે. કાર્બોલિક એસિડ એ શબ્દોની સમજૂતી આપો અને તે પદાર્થો શા બપમાં આવે છે તે કહો.

૩. નિહારિકામાંથી ગ્રહો શી રીતે બને છે ?

૪. બલૂનની રચના અને તેનો ઉપયોગ સમજાવો.

૫. ' આર્કિમીડીસ 'નો નિયમ અને બક નળીનો વ્યવહારમાં થતો ઉપયોગ સમજાવો.

## સને ૧૯૧૫.

૧. કેથાકર્ષણ, રસાયનપ્રીતિ, પરમાણુ અને વક્રીભવનની સમજૂતી આપો.

૨. કેટલાક પદાર્થ પાણીમાં તરે છે અને કેટલાક ડુબી જાય છે તેનું કારણ શું?

૩. બેજમાપક યંત્રનું વર્ણન કરો, અને તેનો કેવી રીતે ઉપયોગ થાય છે તે સમજાવો.

૪. ઋદ્ધ અને તારામાં શો ફેર છે? જૃદ્ધસ્પતિ વિષે જે જાણતા હો તે લખો.

૫. કાર્બોન દુનીઆમાં જુદા જુદા કેટલા રૂપમાં મળે છે? તે દરેક રૂપનું વર્ણન કરો.

## પ્રાવેશિક પરીક્ષા.

### સને ૧૯૧૬.

૧. મૃગજળના પ્રકાર લખો, તે દરેક પ્રકાર કેવા દેશમાં અને સાથી થાય છે?

૨. ગ્રામોફોન અને ફોનોગ્રાફમાં શો ફેરફાર છે? બેમાંનું કયું અને શા કારણથી ફાયદાકારક છે?

૩. રાતા અને પીળા ફેસ્ફરસનો ભેદ સમજાવો. અભય અને સાધારણ દીવાસળી વચ્ચે શો ફેર છે?

૪. કાર્બન કયા કયા રૂપમાં મળી આવે છે? એ બધા પદાર્થો કાર્બનજ છે એ શી રીતે સિદ્ધ કરશો?

૫. વક્રીભવન એટલે શું? તે ક્યારે થાય? તે થવામાં કયા નિયમો પ્રવર્તે છે?

૬. સાયકલ કે બકનળીની ક્રિયા તેમજ ઉપયોગ સમજાવો. વ્યવહારમાં તેનો દોષ ઉપયોગ તમારા જીવામાં આવ્યો હોય, તો તે ક્યા અને કેવી રીતે? (સ્પષ્ટ અને સ્વચ્છ લખાણ માટે ૧૦ ગુણ જુદા રાખવામાં આવ્યા છે.)

# ધોરણુ સાતમાનું સૃષ્ટિજ્ઞાન

યાને

## વિધાના પાઠો.

પાઠ ૭૬. કાર્ય અને કાર્ય શક્તિ.

પ્ર૦ કામ એટલે શું ?

ઉ૦ પ્રતિરોધની સામા દેખાઈતી કે અદૃશ્ય ગતિ ઉત્પન્ન કરવી તેને કામ કહે છે.

પ્ર૦ કાર્યશક્તિ એટલે શું ?

ઉ૦ કામ કરવાના બળને કાર્યશક્તિ કહે છે; બીજી રીતે કહીએ તો “ પદાર્થની મૂળ સ્થિતિમાં હરકોઈ પ્રકારનો વિકાર ઉત્પન્ન કરનાર બળ તે કાર્યશક્તિ. ”

પ્ર૦ પદાર્થમાં કાર્ય કરવાની શક્તિ કયે કયે પ્રકારે રહેલી જોવામાં આવે છે ?

ઉ૦ (૧) દેખાઈતા પદાર્થની અથવા ન દેખાઈ શકે એવા તેના અણુ-સમૂહોની વાસ્તવિક ગતિરૂપે ગમનશક્તિ; અને (૨) અનુકૂળ સ્થાનમાં પદાર્થ હોય ત્યારે તેમાં એકઠી થઈ રહેલી સંભાવ્યશક્તિ.

પ્ર૦ ગમનશક્તિ એટલે શું તે ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

ઉ૦ સંઘળા પ્રકારના ફેરફારથી ( હરકોઈ પ્રકારે કામ કરતાં ) પદાર્થમાં કોઈ જાતની ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે. એ ગતિ આખા

પદાર્થની દેખાઈ શકે એવી ગતિ હોય છે અથવા તે પદાર્થની બારીક રજકણોની કે અણુસમૂહોની અદૃશ્ય ગતિ હોય છે. નદીનું પાણી, બંદુકમાંથી છુટીને ગતિ પામેલી ગોળી, એરણુ ઉપર ઠોકાતો હથોડો—એમાં દેખાઈતી ગતિ છે; અને પ્રકાશ, અવાજ કે વિદ્યુત્ પ્રસરવાની ક્રિયામાં અદૃશ્ય ગતિ છે.

પ્ર૦ સંભાવ્યશક્તિ એટલે શું તે ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

ઉ૦ કાંઈ ઊંચી ટેકરી ઉપર રહેલો પથરો જો ગળડાવવામાં આવે તો ધણી ઝડપથી નીચે પડે છે. એજ પ્રમાણે કાંઈ પર્વતને મથાળે રહેલા સરોવરનું પાણી જો છોડી મુકવામાં આવે તો અતિશય વેગથી નીચે પડશે. પથરામાં અને પાણીમાં નીચડીગમ જવાની જે શક્તિ જોવામાં આવે છે, તે એ વસ્તુઓના સ્થાનને લીધે છે. જો એજ પથરો અને પાણી સપાટી ઉપર હોત તો તેમાં એ શક્તિ હોત નહિ. આ પ્રમાણે અનુકૂળ સ્થાનમાં પદાર્થ હોવાથી તેમાં એકઠી થઈ રહેલી શક્તિ તે સંભાવ્યશક્તિ કહેવાય. ધડીઆળની કમાનને આંટા દબાવે છીએ ત્યારે કમાનમાં સંભાવ્યશક્તિનો જમાવ થાય છે, પછી તે કમાન ધીમેધીમે ઉકલી બીજાં ચક્કરોને ગતિ આપી ફેરવે છે, તેજ પ્રમાણે કાવેરી નદીના ધોધમાં સંભાવ્યશક્તિનો સંચય થએલો છે, કારણ કે ઉપરથી પડતા પાણીની કાર્યશક્તિ વડે મોટાં ચક્કરો ફરી જંગી યંત્ર ચાલે છે.

પ્ર૦ કાર્યશક્તિનાં રૂપ લખો.

ઉ૦ (૧) કેટલીક કાર્યશક્તિ વડે પદાર્થને પ્રત્યક્ષ-દેખી શકાય એવી ગતિ મળે છે, એને દેખાઈતી ગતિઓની કાર્યશક્તિ કે યાંત્રિક કાર્યશક્તિ કહે છે. ઉદા૦ બંદુકની ગોળીની, પવનચક્કી ચલાવ

વનાર પવનની, પાણીના ધોધની અને હથોડો ઠોકવાની કાર્યશક્તિ.

(૨) કેટલીક કાર્યશક્તિ વડે પદાર્થ પ્રત્યક્ષ ગતિ કરતો નથી, પરંતુ પોતાને મળેલી ગતિ પોતાના સંસર્ગમાં રહેલી પદાર્થની બીજી રજકણોને આપે છે. એ વળી આગળનીને આપે છે, અને એજ પ્રમાણે આગળ પહોંચાડે છે. કાર્યશક્તિના આ બીજા રૂપને આંદોલનની કાર્યશક્તિ કહે છે. ઉદા. સ્થિતિ સ્થાપક પદાર્થોમાં ( સમ્રાજા પદાર્થ ઓછાવતા સ્થિતિ સ્થાપક છે. ) એક રજકણથી બીજી રજકણમાં કાર્યશક્તિ જાય છે. એનું સરસ ઉદાહરણ અવાજ છે. એ વાના આંદોલનથી ઉત્પન્ન થાય છે.

(૩) ત્રીજું રૂપ કિરણ રૂપે જનારી કાર્યશક્તિ, અથવા ઉજ્જ્વલતા અને પ્રકાશની કાર્યશક્તિ છે. સમ્રાજા બળતા પદાર્થમાંથી કિરણો નીકળી ચોતરફ ફેલાય છે અને કવચિત્ પ્રકાશ અને ઉજ્જ્વલતા ઉત્પન્ન કરે છે. પ્રકાશ અને ગરમી ઇથર નામના પદાર્થમાં થઈને વહે છે.

(૪) કાર્યશક્તિનું છેલ્લું રૂપ વીજળીની કાર્યશક્તિ છે. એ શક્તિ વડે એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે તારવંત્રોમાં ટિક્કટિક્ક અવાજ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, અને એ ટિક્કટિક્ક અવાજ ઉપરથી અમુક સાંકેતિક ચિહ્નો ઠરાવીને સંદેશા-ખબર પહોંચાડી શકાય છે. તેમજ એ શક્તિ વડે દીવા કરી શકાય છે, યંત્રો ચલાવી શકાય છે, વગેરે

ટીકા—અવાજનાં આંદોલન હવામાં ઉત્પન્ન થાય છે તેજ પ્રમાણે પ્રકાશનાં અને વીજળીનાં આંદોલન ઇથર નામના હવાથી પણ અતિ સૂક્ષ્મ, અદૃશ્ય અને સર્વત્ર પ્રસરેલા વાયુરૂપી પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થાય છે, અને એ ઇથર દ્વારાજ પ્રકાશ, અને

વીજળી પ્રસરે છે. પરંતુ સરળતાની ખાતર એ બંને રૂપને આંદોલનની કાર્યશક્તિથી છૂટા પાડ્યાં છે.

**પ્ર૦** કાર્યશક્તિનું એકરૂપ બદલી બીજું આપી શકાય છે એ બીના ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

**ઉ૦—** દેખીતી ગતિનું આંદોલનમાં રૂપાંતર.

નગારૂં વગાડવામાં હાથ અને ડાંડાને ઊંચેથી નીચે લઈ જમણે છીએ, ત્યારે ડાંડા અને હાથ દેખીતી ગતિમાં છે. ડાંડા નગારાના ચામડા સાથે અથડાય છે, ત્યારે ડાંડામાંની દેખીતી ગતિ નગારામાં જતી રહે છે, કારણ કે હવે ડાંડાને નગારાથી વધારે નીચે જવાનું નથી. ડાંડામાંથી આવેલી દેખીતી ગતિ નગારામાં તેના તે રૂપમાં રહેતી નથી, પણ તેનું રૂપાંતર આંદોલનમાં થાય છે, અને નગારાના ચામડાનાં રજકણો ધ્રુજવાથી અવાજ સંભળાય છે. આવેજ દાખલો નિશાળમાં દર કલાકે વગાડવાનો ઘંટ અને તેની મોગરીનો આપી શકાય.

**દેખીતી ગતિનું ઉજ્જુતામાં રૂપાંતર.**

ઐરણ ઉપર મૂકેલું રૂપું કે સીસું હથોડા વડે ટીપતાં ગરમ થઈ જાય છે. આ ઉદાહરણમાં હથોડાને ઊંચેથી નીચે ઐરણ ઉપર લાવીએ છીએ ત્યારે હથોડામાં દેખીતી ગતિ છે, પણ ઐરણ ઉપર આવ્યા પછી હથોડાથી નીચે જવાનું નથી, તેથી તેની તે ગતિ રૂપામાં આવે છે. રૂપામાં તે ગતિનું રૂપાંતર ઉજ્જુતામાં થવાથી રૂપું ગરમ થઈ નરમ થાય છે, સીસાના ગઠાને આ પ્રમાણે વધારે ટીપવામાં આવે તો તે ઐટલું તો ગરમ થઈ જાય છે કે તે પ્રવાહી પણ થઈ જાય.

## દેખીતી ગતિનું વિદ્યુતમાં રૂપાંતર.

કાચના સળીઆને રેશમ ઉપર ઘસવામાં આવે છે, ત્યારે સળીઓ દેખીતી ગતિમાં હોય છે. આ રીતે ઘસવાથી કાચમાં ધોઝીટીવ અને રેશમમાં નેગેટીવ વિદ્યુત આવે છે તે સળીઆ-માંની દેખીતી ગતિનું વિદ્યુતમાં રૂપાંતર થવાથી થાય છે.

## આંદોલનનું દેખીતી ગતિમાં રૂપાંતર.

નગારા કે થાળી ઉપર ધૂળ કે રેતીના થોડા કણ નાંખી ડંડાવતી વગાડતાં રેતીના કણ ઉછળે છે. આમાં નગારાની આંદો-લનની ગતિ રેતીના કણમાં આવી તેનું રૂપાંતર દેખીતી ગતિમાં થવાથી રેતીના કણ ઉંચા ઉછળી નીચા પડે છે; એટલે કે તેઓ દેખીતી ગતિમાં આવે છે.

## આંદોલનનું ઉષ્ણતામાં રૂપાંતર.

અતિશય ઠંડકથી જ્યારે આપણું 'શરીર ગરમી જતી રહેવાથી ઠંડું પડી જાય છે, ત્યારે તે ગરમી પાછી ઉત્પન્ન કરી ખોટ પૂરી પાડવા સાફ કુદરતી રીતે શરીરમાં ધ્રુજારી ઉત્પન્ન થાય છે, અને તે ધ્રુજારીનું રૂપાંતર ઉષ્ણતામાં થવાથી ગરમીની પડેલી ખોટ પૂરી પડી જીવન નિભે છે. આ ઉદાહરણમાં આંદોલનની ધ્રુજારીનું રૂપાંતર ઉષ્ણતામાં થાય છે. લાંબા વખત સુધી વાગતા હારમોનિયમની પત્રીઓ ગરમ થએલી જણાય છે. આ ઉદાહરણ પણ ઉપલાના જેવુંજ છે.

## ઉષ્ણતાનું દેખીતી ગતિમાં રૂપાંતર.

રેલવે એંજીનમાં ઉષ્ણતાથી અનેકી વરાળ એંજીનનાં પૈડાંને ગતિમાં મૂકી તેને દોડાવે છે. આ ઉદાહરણમાં કોલસાની ઉષ્ણતા

એંજનને દોડાવે છે, એટલે એંજનમાં વાસ્તવિક ગતિ લાવે છે. તેથી ઉષ્ણતાનું રૂપાંતર દેખીતી ગતિમાં થયું.

### ઉષ્ણતાનું આંદોલનમાં રૂપાંતર.

મીલોમાં એંજન વડે ચાલતા હથોડાને મોટી ઘંટડી સામે અથડાવા દૃષ્ટિએ તે મોટો અવાજ ઉત્પન્ન થાય. એંજનમાં વાગતી સીસોટી પણ તેવુંજ ઉદાહરણ છે. એંજનની અંદરની ઉષ્ણતાનું છેવટમાં હથોડાના વાગવા પછી ઘંટડીમાં આંદોલનમાં રૂપાંતર થાય છે, અને તેથી મોટો અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે.

### ઉષ્ણતાનું વિદ્યુતમાં રૂપાંતર.

વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં મોટાં યંત્રોમાં કોલસા કે કેરોસીન બાળી તેની ઉષ્ણતા વડે વરાળ થાય છે. તેના વડે વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાના ' ડાઇનેમો ' નામે મશીનને ગતિમાં મૂકી જથ્થાબંધ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે. આ ઉદાહરણમાં કોલસાની ઉષ્ણતાનું રૂપાંતર છેવટ વિદ્યુતમાં થાય છે.

### વિદ્યુતનું રૂપાંતર દેખીતી ગતિમાં.

મુંબઇ અને બીજાં મોટા શહેરમાં વીજળી વડે ટ્રામગાડીઓ દોડે છે, આ ઉદાહરણમાં વિદ્યુત ટ્રામ ગાડીમાં આવી તેનું રૂપાંતર વાસ્તવિક ગતિમાં થવાથી ટ્રામ ગતિમાં આવીને ધણા માણસોના બાર સાથે સપાટાબંધ દોડી જાય છે.

### વિદ્યુતનું રૂપાંતર આંદોલનમાં.

તાર અને ટેલિફોન આદિમાં વખતોવખત જે ઘંટડીઓ વાગે છે. તેને કોઇ માણસ વગાડતું નથી. પણ વિદ્યુતનો સંબંધ કરવાથી વાગે છે. એટલે કે વિદ્યુતનું આંદોલનમાં રૂપાંતર થાય છે,



આમાં પ્રથમ તો વિદ્યુત બળથી ઘંટડીમાંનું લોલક વાસ્તવિક ગતિમાં આવે છે એ પણ ધ્યાનમાં રાખવું.

### વિદ્યુતનું રૂપાંતર ઉજ્જ્વલતામાં.

અમદાવાદ શહેરમાં અને મોટાં શહેરોના ઉપર તેમજ રેલવે ગાડીઓની અંદર રાત્રે વીજળીના દીવા થાય છે, તે આ બાબતનું સારું ઉદાહરણ છે. એક બેટરીના બે છેડાના તારને અડધાડી પ્લેટીનમ ધાતુનો પાતળો તાર પકડી રાખીએ, તો તે તપીને પ્રકાશ અને ઉજ્જ્વલતા આપે છે. આ ઉદાહરણ પણ બસ થશે.

લંબાણ થવાના લયથી અત્ર દરેકનું એકેક\* ઉદાહરણ આપ્યું છે, પરંતુ આ સંબંધમાં અનેક ઉદાહરણો આપી શકાય.



### પાઠ ૭૭. યંત્રો અને તેનાથી થતા લાભ.

પ્ર૦ ગરગડી વડે પાણી ખેંચવામાં શો લાભ છે ?

ઉ૦ કુવામાંથી પાણીની ગાગર ખેંચવી હોય તો કુવાની કોર ઉપર હભા રહીને દોરડા વતી ખેંચવાથી ઘણી મુશ્કેલી પડે છે; અને તેમાં પડી જવાની ખીક પણ રહે છે; પરંતુ ગરગડી પર દોરડું વીંટાળી તે દોરડાને નીચલી ગમ ખેંચવાથી કુવામાં પડી જવાનું ભોખમ રહેતું નથી અને ઉપર ખેંચવા કરતાં નીચલી ગમ ખેંચવાનું સહેલું પડે છે, તેથી ઘણી સરળતાથી ગાગર ઉપર આવે છે.

પ્ર૦ ગરગડી વડે ગાગર ખેંચવામાં બળમાં કંઈ લાભ છે કે ?

\* ગુજરાત શાળાપત્ર પુ. ૫૫ અંક ૯ પૃ. ૩૪૩-૩૪૫, ઉપરથી આ ઉદાહરણો લીધાં છે.

ઉં બળમાં લાલ નથી; માત્ર સરળતા છે.

પ્ર૦ રેંટની રચના સમજાવો.

ઉં પૈડું અને તેની ધરી સળંગ હોઈને ધરી કરતાં પૈડાનો વ્યાસ વિશેષ હોય છે. પૈડું ન હોય તો ધરીને એક છેડે લાંબો હાથો જોડેલો હોય છે. હાથાને ગાંજ ફેરવવાથી ધરી ફરે છે. આમાં હાથાની લંબાઈની બમણાઈ જોડેલો ( પૈડાનો ) વ્યાસ ગણાય છે.

પ્ર૦ રેંટ વડે પાણી કાઢતાં શેા ફાયદો થાય ?

ઉં હાથાના અને જે ધરી ઉપર દોરડું વીંટાળેલું હોય છે તેના વ્યાસની વચ્ચેનો તફાવત જેમ વધારે તેમ ભાર ખેંચવો સહેલો પડે છે. એમાં આપણે જોઈએ છીએ કે એક ઠેકાણે (હાથામાં) બળ લગાડે છે, અને તે જુદે ઠેકાણે (ધરીમાં) જાય છે. એનું પરિણામ એ થાય છે કે બળની દિશા બદલાઈ તેની શક્તિ વધે છે.

પ્ર૦ સાદામાં સાદા યંત્રનો દાખલો લઈ તેનો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉં આપણે કોઈ ભારે પત્થર ઉંચકવો હોય છે, ત્યારે બુધાનો એક છેડો પત્થરની નીચે મૂકી તે બુધા નીચે તે છેડાની (પત્થર નીચેના છેડાની) થડમાં ટેકા મૂકીએ છીએ, અને હાથ વતી બુધાને નીચે દાખીએ છીએ. તેથી પત્થર ઉંચો થાય છે. અહીં આપણે જે ઠેકાણે બળ લગાડવું જોઈએ, તેનાથી છેડેના બિંદુએ અને તેની સામી દિશામાં લગાડવું છે.

પ્ર૦ યંત્રની વ્યાખ્યા લખો.

ઉં જે સાધન અથવા યુક્તિથી કોઈ અનુકૂળ બિંદુએ લગાડેલા બળ વડે ધણું કરીને સ્થિતિમાં ફેરફાર થઈ અને શક્તિમાં વધારો થઈ બીજા બિંદુએ બળ લગાડાય છે તેને યંત્ર કહે છે.

પ્ર૦ લગાડેલા બળ કરતાં ઓછું વજન ઉંચકાય એવું યંત્ર કયું ?

ઉં ચીપીઆમાં ( ત્રીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનમાં ) લગાડેલા બળ કરતાં ઓછું વજન ઉંચકાય છે; પરંતુ ઘણું ખર્ચ એવાં યંત્રોનો ઉપયોગ વ્યવહારમાં બહુ થતો નથી.

પ્ર૦ યાંત્રિક લાલ એટલે શું ?

ઉં યંત્રની મદદથી કામ કરતાં લગાડેલા બળ કરતાં જેટલું વધારે વજન ઉંચકાય તેટલો યાંત્રિકલાલ કહેવાય. બીજી રીતે કહીએ, તો હરકોઈ યંત્રથી મળતો યાંત્રિક લાલ એ ભાર અથવા ખસેડવાના પ્રતિરોધની અંતે લગાડેલા બળની વચ્ચેનું પ્રમાણ છે, ઉદા. ધુધા વડે ૪૦ પૌન્ડનો પથર ૪ પૌન્ડના બળથી ઉંચકાય તો યાંત્રિક લાલ ૪૦ અથવા ૧૦ થશે. એનો અર્થ એ છે કે ૧ બળથી આપણે ૧૦ બળ જેટલું કામ કર્યું. તેમજ ૭૨ પૌન્ડનો પથર ૮ પૌન્ડના બળથી ઉંચકાય તો યાંત્રિકલાલ  $\frac{72}{8} = ૯$  થશે. એનો અર્થ એ છે કે બળથી આપણે ૯ બળ જેટલું કામ કર્યું.

પ્ર૦ “ કાર્ય શક્તિમાં કદી લાલ કે ટોટો થતોજ નથી ” એ નિયમ સમજાવો.

ઉં જો કે કાર્યશક્તિ વડે દેખાઈતો લાલ મળે છે, પરંતુ સામટ મેળે જેતાં બીજી રીતે એટલું નુકસાન થાય છે. ઉદા. ૨૦૦ પૌન્ડ વજન ૨૫ પૌન્ડ બળથી ઉંચકાય તેમાં યાંત્રિક લાલ  $\frac{200}{25} = ૮$  દેખીતો થાય છે, અર્થાત્ એમાં લગાડેલા બળ કરતાં ૮ ગણું કામ થાય છે; પરંતુ બળમાં જેટલો લાલ મળે છે તેટલોજ અંતરમાં ટોટો થાય છે. આપણે ૮ પૌન્ડ બળ ૧ ફૂટના અંતરમાં લગાડીએ ત્યારે ઉંચવાનું વજન  $\frac{1}{8}$  ફૂટ માત્ર ઉંચું ચઢી શકે છે. આમ અંતરમાં ટોટો થાય છે.

પ્ર૦ યાંત્રિક શક્તિઓના મુખ્ય પ્રકાર કહો.

ઉ૦ ઉચ્ચાલન, ગરગડી ( રેંટ એ ગરગડીનું રૂપાંતર છે ). અને ઢાળ ( પેચ અને ફાયર એ ઢાળનાં રૂપાંતર છે. ) એવા ત્રણ મુખ્ય પ્રકાર છે. સઘળાં મોટાં યંત્રો એ ત્રણ શક્તિઓને મિશ્ર કર્યાથીજ બનેલાં છે.

પ્ર૦ ઉચ્ચાલનની સમજુતી આપો.

ઉ૦ ટેકા, શક્તિ અને વજન એ ત્રણ વસ્તુ જુદે જુદે સ્થળે ગોઠવવાથી ઉચ્ચાલનના ત્રણ પ્રકાર પડે છે; (૧) વચ્ચે ટેકા, એક છેડે શક્તિ અને બીજે છેડે વજન ટાંગેલું હોય એ પહેલા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન. ઉદા૦ દેશી ત્રાજવાં, સાણસી, કાતર. (૨) વચ્ચે વજન, એક બાજુ ટેકા અને એક બાજુ શક્તિ લગાડવાથી બીજા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન બને છે, ઉદા૦ કમાડ અને (૩) વચ્ચે શક્તિ, એક છેડે વજન અને બીજે છેડે ટેકા લગાડવાથી ત્રીજા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન થાય છે. ઉદા૦ આપણો હાથ. એ ત્રીજા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન છે.

પ્ર૦ ઉચ્ચાલનમાં બળનો નિયમ કહો.

ઉ૦ ઉચ્ચાલન સમજવા માટે તેનું સરસ ઉદાહરણ ત્રાજવાં લઈએ. ત્રાજવામાં એક પલ્લામાં કાટલાં મૂકે છે એ શક્તિને સ્થાને છે, સામા પલ્લામાં તોળવાનું વજન મૂકે છે; અને વચ્ચે ટેકા હોય છે. ટેકા ને બરાબર મધ્યે હોય તો શક્તિના પ્રમાણમાંજ વજન હંચકાય છે, પરંતુ ટેકા વજન તરફ ખસેડવાથી થોડી શક્તિથી વધારે વજન હંચકાય છે; અને ટેકા શક્તિ તરફ ખસેડવાથી વધારે શક્તિથી થોડું કામ થાય છે.

નિયમ—

વજન x વજનની દાંડી = શક્તિ x શક્તિની દાંડી.

ઉદા. ૧) એક ત્રાજવામાં શક્તિ તરફની દાંડી ૮ ઇંચ અને વજન તરફની ૧૨ ઇંચ છે, હવે એ ત્રાજવાં વડે ૧૦ શેર વજન જોખવું છે તો શક્તિ કેટલી જોઈશે ?

નિયમ પ્રમાણે—

૧૦ શેર વજન x ૧૨ ઇંચ વજનની દાંડી = ૮ ઇંચ શક્તિની દાંડી x શક્તિ.

માટે,  $120 = 8 \times \text{શક્તિ}$ .

એટલે,  $120 \div 8 = 15$  શેર શક્તિ. અર્થાત્ કાટલાં મૂકવાં.

ઉદા. ૨) ત્રાજવાં વડે ૨૫ શેર વજન ૫ શેર શક્તિ વડે ઉપાડવું છે તો બળથી અને વજનની દાંડીનું પ્રમાણ શું ?

૫ શેર શક્તિ વડે ૨૫ શેર વજન ઉપાડવું છે; અર્થાત્ ૧ બળથી ૫ ગણું કામ કરવું છે માટે શક્તિની દાંડી કરતાં પાંચ ગણી રાખવી. માટે ૧:૫ જવાબ.

પ્ર. ૦ ખોટી દાંડી વડે વેપારી ધરાકને કેવી રીતે છેતરે ?

ઉ. ૦ દાંડીમાં ખાધ હોય અર્થાત્ ટેકા બરાબર વચ્ચે ન હોતાં સહેજ આધોપાછો હોય તો વેપારી માલ વેચતી વખતે લાંબી દાંડી-વાળા પદ્ધતિમાં માલ મૂકે અને ટુંકી દાંડીવાળા પદ્ધતિમાં કાટલાં મૂકે છે તેથી લેનારને નુકસાન થાય છે.

પ્ર. ૦ ત્રાજવાં ફેરવવાનું રહસ્ય સમજાવો.

ઉ. ૦ દાંડીમાં નહિ પરંતુ ત્રાજવામાં ધડો હોય તે ત્રાજવાં ફેરવીને જોખવાથી લેનાર દેનાર એકને નુકસાન થતું નથી; પરંતુ દાંડીમાં જ ખાધ હોય છે ત્યારે તો આપનારને જ નુકસાન થાય છે.

ઉદા. ધારો કે એક ૨૦ ઇંચની દાંડીમાં એક બાજુ ૧૦ ઇંચ અને એક બાજુ ૬૦ ઇંચ છે. હવે ૧૦ શેરી વડે બે ફેર થઇને ફેરવીને જોખતાં કટલો માલ જોખાશે ?

પ્રથમ ધારો કે લાંબી દાંડી તરફ ૧૦ શેરી મૂકી:—

$૧૦ \times ૧૦ = ૧૦૨૧ \div ૬૦$  એટલે અપૂર્ણાંક કરીએ તો—

$\frac{૨૦૫}{૬} \times \frac{૪}{૬} = \frac{૪૧૦}{૩} = ૧૦૨\frac{૨}{૩}$  શેર વજન જોખાયું

હવે ટુંકી દાંડી તરફ ૧૦ શેરી મૂકી:—

$૧૦ \times ૬૦ = ૧૦ \times ૧૦$

માટે,  $\frac{૧૦}{૧} \times \frac{૩૬}{૪} \times \frac{૪}{૬} = \frac{૩૬૦}{૬} = ૬૦$  વજન જોખાયું.

માટે બે ફેર થઇને  $\frac{૪૧૦}{૩} + \frac{૩૬૦}{૬} = ૨૦૫\frac{૨}{૩}$  શેર જોખાય.

૫૦ ગરગડીથી લાભ કેમ મેળવાય ?

ઉ. બહુ ઉંચી જગાએ વજન ચઢાવવું હોય ત્યારે છુટી ગરગડીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે અને છેલ્લે એક જડેલી ગરગડી રાખે છે. દર છુટી ગરગડીએ અર્ધું વજન કમી થાય છે. જડેલી ગરગડીથી બળમાં લાભ નથી. માત્ર બળની દિશા બદલાવાથી અનુકૂળતા થાય છે.

૫૦ રેંટનો નિયમ સમજાવો.

ઉ. હાથાની લંબાઈ  $\times$  બળ = ધરીની ત્રિજ્યા  $\times$  વજન.

ટીકા—હાથાની લંબાઈ એ જે વર્તુળાકારમાં બળ લગાડવાનું છે તેની ત્રિજ્યા છે. અને તેના સામા પક્ષમાં ધરીની ત્રિજ્યા છે એ બાબત ધ્યાનમાં રાખવાથી આ નિયમ સારી રીતે સમજાશે.

( છુટી ગરગડી અને રેંટને લગતી વધારે હકીકતની અહીં જરૂર નહિ હોવાથી આપી નથી. )



## પાઠ ૭૮. પ્રવાહી પદાર્થોમાં થતું સરખું દબાણ.

પ્ર૦ જળચાપ યંત્રની રચના અને તેમાં થતી ક્રિયા સમજાવો.

ઉ૦ પાસેની (પાઠમાંની) આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું એક એવું યંત્ર બનાવો કે તેમાં જમણી મેરના નળાકારના મોંનું ક્ષેત્રફળ એક ચો. ફૂ. અને ડાબી તરફનાનું ક્ષેત્રફળ ૧૦૦ ચો. ફૂ. હોય તેમાં પાણી ભરી એક બાજુ દબાણ કરવાથી બીજાગમ દબાણની અસર થઈ પાણી ઉંચું આવે છે. આમાં જમણી બાજુના મોં પર ૨ પૌન્ડનું બળ લગાડવાથી ડાબી તરફ ૨૦૦ પૌન્ડનું વજન ઉંચકી શકાય. આ નિયમને આધારે જળચાપ યંત્ર બનાવ્યું છે.

પ્ર૦ એક જળચાપ યંત્રમાં એક નળાના મોંનું ક્ષેત્રફળ ૧૦ ફૂટ અને બીજાનું ૫૦૦ ફૂટ છે, હવે ૧૦ ફૂટવાળા નળા ઉપર ૧૨ પૌન્ડ બળ લગાડવાથી સામી બાજુએ કેટલું વજન ઉંચકાશે ?

ઉ૦ સાંકડા નળાથી પહોળા નળાનું ક્ષેત્રફળ  $૫૦૦ \div ૧૦ = ૫૦$  ગણું છે. માટે લગાડેલા બળ કરતાં ૫૦ ગણું વજન ઉંચકાય; માટે  $૫૦ \times ૧૨ = ૬૦૦$  પૌન્ડ જવાબ.

પ્ર૦ એક જળચાપ યંત્રમાં ૧૦ પૌન્ડ બળથી ૭૦ પૌન્ડ વજન ઉંચકાયું તો નળાકારનાં ક્ષેત્રફળનું પ્રમાણ સરખાવો.

ઉ૦ લગાડેલા બળ કરતાં ૭ ગણું કામ થયું માટે નાના નળાકાર કરતાં મોટાનું ક્ષેત્રફળ ૭ ગણું હોવાનું.

પ્ર૦ જળચાપ યંત્રનો શો ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ કાપડ, કાગળ, સુકું ઘાસ, ૩ વગેરે દાખવામાં; જુદી જુદી

જાતનાં બીજમાંથી તેલ કાઢવામાં; લોઢાનાં મોટાં પતરાં વાળવામાં ઇત્યાદિ અનેક કાર્યોમાં એ યંત્રનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થોમાં થતું સરખું દબાણ એટલે શું ?

ઉ૦ પ્રવાહી પદાર્થો ઉપર કરેલા દબાણ બળની અસર સધળી દિશામાં એક સરખી થાય છે. ઉદા૦ એક રખરની પોલી દડી લઈ તેમાં ઝીણું વેહ પાડી એમાં પાણી ભરીને હાથ વતી દડી દાબવાથી દબાણની અસર પાણીમાં જઈને વેહ વાટે પાણીની સેર બહાર નીકળશે. જો દડીમાં એકથી વધારે વેહ પાડ્યા હશે તો સધળા વેહમાંથી પાણીની એક સરખી ધારા નીકળશે; વળી એક વેહ કરતાં બીજો વેહ બમણો હશે તો તેમાંથી નાના વેહ કરતાં બમણું પાણી નીકળશે.

પ્ર૦ પાણી સરખી સપાટીએજ રહે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પાણીની સપાટી એક જગાએ વધારે ઉંચી હશે તો તે પાણી બીજી જગામાંના પાણી પર દબાણ કરી તેને ઉપલીમેર ધકેલશે, અને છેવટે બધું પાણી સરખી સપાટીમાં રહેશે.

પ્ર૦ સાધણ યંત્રની રચના અને ઉપયોગ કહો.

ઉ૦ અમુક વસ્તુઓ સમાન સપાટીમાં છે કે નહિ તે સાધણ વડે જાણી શકાય છે. રેલવેની સડક વગેરેમાં સપાટી સમાન છે કે નહિ તે જાણવાની ઘણી અગત્ય છે. સાધણને અંગ્રેજીમાં લેવલ કહે છે. એમાં એક કાચની નળી હોઈ તેમાં પાણી, પારો કે દારૂ ભરેલો હોય છે. ભરતાં સહેજ ખાલી જગા રહેવા દે છે. એ નળીનું મોં બંધ કરી તેને એક લાકડાના ચોકડોમાં જડી લેવામાં આવે છે. નળીની મધ્યમાં એક કાપો પાડવામાં આવ્યો



હોય છે. જે સપાટી તપાસવી હોય તેના ઉપર એ યંત્ર આડું મૂકવાથી નીચાણ તરફ પ્રવાહી ખસી જઈ ઉંચાણ તરફ ખાલી જગાં પડે છે, અને સમાન સપાટી હોય તો ખાલી ભાગ મધ્યમાંના કાપા આગળ આવે છે. પાણી, પારો અને દારૂને માટે અંગ્રેજીમાં અનુક્રમે વોટર, મર્ક્યુરી ને સ્પીરીટ એવા શબ્દો છે, માટે તેના ઉપયોગ પ્રમાણે અનુક્રમે વોટરલેવલ, મર્ક્યુરીલેવલ, અને સ્પીરીટલેવલ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ બક નળી અથવા સાયફનની રચના અને ઉપયોગ સમજાવો.  
ઉ૦ બકનળી અથવા સાયફન એ પ્રવાહી પદાર્થ ઉપર થએલા દબાણ બળની અસર બધી દિશામાં એક સરખી થાય છે એ ધોરણ પર ચાલતું એક યંત્ર છે. એમાં એક વાંકી વાળેલી નળી હોઈ તેનાં બંને મોં ઉઘાડાં હોય છે, અને તેનો એક છેડો બીજાં કરતાં વધારે લાંબો હોય છે. એ નળી મુખ્યત્વે ઉંચી સપાટીએ મૂકેલા વાસણમાંથી નીચી સપાટીએ મૂકેલા વાસણમાં પ્રવાહી લઈ જવામાં કામ લાગે છે. તેનો ટુંકો છેડો પાણી ભરેલા વાસણમાં મુકી બીજો છેડો બહાર રાખવામાં આવે છે. પછી બીજો છેડેથી મોં વડે હવા શોષી લેવાથી વાસણમાંના પાણીની સપાટી ઉપરના હવાના દબાણને લીધે હવા સિવાયની ખાલી નળીમાં પાણી ઉંચે ચઢીને બીજો છેડે નીકળે છે. મોં વડે હવા શોષી ન લેતાં પ્રથમથીજ નળીમાં પાણી ભરી તેના બંને છેડા બંધ રાખીને ટુંકો છેડો પાણીવાળા વાસણમાં ડુબાવીએ અને બીજો છેડો બહાર રાખીએ એટલે પાણી ઉંચે ચઢી બહાર નીકળે છે.

પ્ર૦ બકનળી અથવા સાયફન કયા ધોરણ ઉપર ચાલે છે ?

ઉં પ્રવાહી પદાર્થ ઉપર થએલા બળની અસર સધળી દિશામાં એક સરખી થાય છે એ ધોરણ પર યંત્ર ચાલે છે. પ્રવાહીવાળા વાસણમાં બકનળીનો ટુંકો છેડો બોળવાથી પાણી પ્રથમતો નળીમાં ચઢતું નથી; કારણ કે વાસણમાંના પાણીની સપાટી ઉપર બહારની હવાનું જે પ્રમાણમાં દબાણ હોય છે તેજ પ્રમાણે નળીમાંનો વાયુ નીચલી ગમ દબાણ કરે છે. તેથી પાણી ચઢવા પામતું નથી; નળીમાંના વાયુને શોષી લેવામાં આવે છે કે તરતજ વાસણના પાણીની સપાટી ઉપરનો હવાનું જે દબાણ થાય છે તે દબાણની અસરથી પાણી ખાલીનળીમાં ઉપર ધકેલાય છે, અને ઉંચે ચઢી બીજે છેડે નીચે ઉતરે છે.

પ્ર૦ “ સાધકનમાં જ્યાં લગી વાસણમાંના પાણીની સપાટી નળીના બહારના છેડા કરતાં ઉંચી હશે ત્યાં લગી પાણી બહાર નીકળ્યા કરશે ” એનું કારણ શું ?

ઉં સાધકનની નળીમાં જે પાણી ભરેલું હોય છે તેનું બંને છેડે સ્વાભાવિક રીતે ( ગુરત્વાકર્ષણને લીધે ) નીચે પડવાનું વલણ હોય છે. તેને લીધે ઉપલીમેર ધકેલી રાખવાનું કાર્ય કરનાર બળો સરખાં હોય તો પાણી નીચે પડવા પામતું નથી, તેમજ જેણી ગમનું બળ વિશેષ હોય છે તેનાથી વિરુદ્ધ બાળુએ પાણી નીકળી જાય છે. જે છેડા વાસણમાં છે તે છેડામાંના પાણીને ઉપર ધકેલવાનું બળ વાસણમાંના પાણીની મારફતે હવા તરફથી મળે છે; અને જે છેડા બહાર છે તેમાંના પાણીને ઉપલી ગમ હડસેલવાનું બળ હવા તરફથી પ્રત્યક્ષ મળે છે, અર્થાત્ એ બે સમાન જ છે, ત્યારે હવે નળીના છેડાની લંબાઈ ટુંકાઈ ઉપર આધાર રહ્યો, જે છેડા લાંબો તેમાંના પાણીનું

નીચલીગમ જવાનું બળ વધારે; માટે બહારનો છેડો વાસણમાંના પાણીની સપાટીથી નીચે હશે ત્યાં સુધી પાણી બહાર નીકળશે, અને બહારનો છેડો વાસણમાંના પાણીની સપાટીની સમાન થશે એટલે પાણી નીચે ન પડતાં નળીમાં ભરાઈ રહેશે. વળી બહારનો છેડો વાસણમાંના પાણીની સપાટીથી ઉંચે આવશે કે તરતજ બહારના છેડામાંના પાણીનું દબાણ કમી થઈ જવાથી બહારની હવાના દબાણથી પાણી ઉંચે ચઢી વાસણ તરફના છેડામાં નીચે ઊતરી નળી ખાલી થશે.

પ્ર૦ હવા સિવાયની ખાલી જગામાં સપાટી કરતાં પાણી કેટલું ઊંચું ચઢી શકે અને તે શા કારણથી ?

ઉ૦ સમુદ્રની સપાટીએ હવાનું દબાણ પાણીના ૩૪ ફૂટ ઉંચા સ્તંભને ટેકવી રાખી શકે છે. કેમકે પાણીના ૩૪ ફૂટ ઉંચા સ્તંભનું અને હવાના એટલાજ પરીધવાળા એકંદર ઊંચાઈના (હવાની ઊંચાઈ ૧૦૦ મૈલ વિદ્વાનો ધારે છે.) સ્તંભનું વજન સમાન છે. તેજ પ્રમાણે પારાના ૩૦ ઇંચ ઊંચા સ્તંભને ટેકવી શકે છે. કેમકે પારા પાણીથી (૩૪ ફૂટને ૩૦ ઇંચ વડે ભાગતાં ૧૩.૬ આવે છે.) ૧૩.૬ ગણો ભારે છે. સમુદ્રની સપાટીથી જેમ જેમ ઉંચે જઈએ તેમ તેમ હવાનું દબાણ કમી થતું જાય છે. તેથી પાણી કે પારાના ૩૪ ફૂટ કે ૩૦ ઇંચ ઉંચા સ્તંભને ટેકવી શકતું નથી.

પ્ર૦ ૪૦ ફૂટ ઉંચા કુવામાંથી ખીજા કુવામાં બકનળીની મદદથી પાણી લેવું છે તે લઈ શકાશે કે કેમ તે સકારણ સમજાવો.

ઉ૦ બક નળીને ખીજા છેડેથી વા શોષવા છતાં પણ પાણી ૪૦ ફૂટ ઉંચે ચઢી શકશે નહિ—૩૪ ફૂટ ઉંચે ચઢીને અટકશે. તેથી ખીજા કુવામાં પાણી લઈ શકાશે નહિ.

## પાઠ ૭૯. આર્કિમીડીસનો નિયમ.

પ્ર૦ કેટલાક પદાર્થ પાણીમાં તરે છે, અને કેટલાક ડૂબી જાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સરખે કદે જે પદાર્થ પાણીથી હલકો હોય છે તે તરે છે; સરખે કદે વજનમાં પાણીની સમાન હોય છે તે પાણીમાં તરતો કે ડૂબતો નથી પણ મૂક્યો હોય ત્યાં રહે છે; અને સરખે કદે ભારે હોય છે તે ડૂબે છે.

પ્ર૦ તારકશક્તિ એટલે શું ?

ઉ૦ કોઇ પણ પ્રવાહીમાં નાખેલા પદાર્થ ઉપર ઉપલીમેર દબાણ કરવાનું પ્રવાહીમાં વલણ હોય છે, એ વલણને તારક શક્તિ કહે છે.

પ્ર૦ એ શક્તિની જુદા જુદા પદાર્થો ઉપર શી શી અસર થાય છે ?

ઉ૦ લાકડું વગેરે પદાર્થો પાણી ઉપર તરે છે. જે વસ્તુઓ પાણીમાં ડૂબી જાય છે તેમના સંબંધમાં પણ પાણીની એજ તારક શક્તિ દીઠામાં આવે છે, પરંતુ એ શક્તિ એટલે ઉપલી મેરનું દબાણ ડૂબતા પદાર્થોનું વજન ટેકવી રાખવા જેટલું પુરતું હોતું નથી. તે માત્ર થોડાક વજનને સમતોલ રાખે છે, તેની અસર ખૂરાડેલા પદાર્થમાં વજનમાં થટ પડે છે તેમાં દીઠામાં આવે છે. તે વસ્તુને વામાં અને પાણીમાં તોળી જોવાથી એ વાતની ખાતરી થશે.

પ્ર૦ કોઇ પણ અનિયમિત આકારના નક્કર પદાર્થનું કદ શી રીતે માપી શકાય ?

ઉ૦ પાણીથી છલાછલ ભરેલા વાસણમાં નક્કર પદાર્થને ખુરાડવાથી

જેટલું પાણી બહાર નીકળી જાય તેનું કદ જેટલું થાય તેટલુંજ પેલા નક્કર પદાર્થનું કદ સમજવું.

પ્ર૦ કોઈ વસ્તુને પાણીમાં ઘુરાડવાથી કેટલું વજન ઘટશે ?

ઉ૦ ઘુરાડવાની વસ્તુના કદ જેટલા પાણીના વજન જેટલી ઘટ પડે છે. હવામાં જોખતાં એક પદાર્થ ૧૬ શેર થતો હોય અને તે પદાર્થના કદ જેટલા પાણીનું વજન ૨ શેર થાય તો તે પદાર્થને પાણીમાં તોળતાં  $૧૬-૨=૧૪$  શેર થશે.

પ્ર૦ સાપેક્ષઘટત્વ કે વિશેષગુરુત્વ એટલે શું ?

ઉ૦ સરખે કદે કોઈ પદાર્થ પાણીથી જેટલા ઘણો ભારે હોય તે તેનું સાપેક્ષઘટત્વ કે વિશેષગુરુત્વ કહેવાય.

પ્ર૦ જુદા જુદા પદાર્થનાં સાપેક્ષઘટત્વ કહો.

ઉ૦ સોનું ૧૯ ગણું, પારો ૧૩-૬ ગણો, રૂપું ૧૧ ગણું, સાસું ૧૨ ગણું, તાંબું ૧૦ ગણું, જસત ૮ ગણું અને કાંચ ૭ ગણી ભારે છે.

પ્ર૦ આર્કિમીડીસનો નિયમ શો છે તે સમજવો.

ઉ૦ પ્રવાહીમાં ઘુરાડેલા નક્કર પદાર્થનું વજન તેટલાજ કદના પ્રવાહીના વજન જેટલું ઘટશે. કોઈ પદાર્થ હવામાં તોળીએ અને તેને પ્રવાહીમાં ઘુડતો રહે એવી રીતે તોળીએ તો પ્રથમનાથી વજન ઘટશે એ ઘટ નક્કર પદાર્થના કદ જેટલા પ્રવાહીના વજન જેટલી હોય છે. દાખલા તરીકે એક સોનાના ગઠાનું વજન હવામાં ૭૬ તોલા છે. તેને પાણીમાં ડુબાવવાથી જેટલું પાણી નીકળી જાય છે તેનું વજન ૪ તોલા છે. હવે તે પદાર્થને પાણીમાં જોખવાથી  $૭૬-૪=૭૨$  તોલા થશે.

પ્ર૦ એક સોનાનો દાગીનો હવામાં જોખતાં ૫૭ તોલા થાય છે તેને પાણીમાં જોખતાં કેટલો થશે ?

ઉ૦ સરખે કદે સોનું પાણીથી ૧૯ ગણું ભારે હોવાથી  $\frac{1}{19}$  ઘટ પડવી જોઈએ. અર્થાત્ ૧૯ તોલાનું ૧૯ તોલા થવું જોઈએ. માટે ૫૭ તોલાનું ૫૪ તોલા થશે.

પ્ર૦ પાણીમાં જોખતાં સોનાનો એક દાગીનો ૧૪ તોલા થશે, તો હવામાં જોખતાં કેટલો થશે.

ઉ૦ પાણીમાં ૧૮ તોલા થાય તો હવામાં ૧૯ તોલા થવો જોઈએ, માટે

પાણીમાં	પાણીમાં	હવામાં
૧૮,	:	૧૪, :: ૧૯.

$$18 \times \frac{19}{18} = \frac{193}{10} = 19\frac{3}{10} \text{ તોલા વજન હવામાં થશે.}$$

પ્ર૦ આર્કિમીડીસે એ નિયમ શા ઉપરથી શોધી કાઢ્યો હતો ?

ઉ૦ પદાર્થોનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવાની રીતની શોધ એ હજાર વર્ષથી વધારે વર્ષ પૂર્વે આર્કિમીડીસ નામે વિદ્વાને કરી હતી. સયરાકુસના રાજા હિએરોએ સુવર્ણનો મુગટ ઘડાવ્યો ત્યારે તેને શક આણવાનું કારણ મળ્યું કે સોનાએ આપેલા સોનામાંથી થોડુંક ચોરી લીધું છે, અને વજન પૂરું કરવાને અંદર રૂપું મેળવ્યું છે. આ શંકા ખરી છે કે ખોટી છે તેનો નિશ્ચય થઈ શક્યો નહિ. આની પરીક્ષા કરી નિશ્ચય કરવા માટે ઘણા ઝંઘેરીઓએ પ્રયત્ન કર્યો પણ ચોકસ માહિતી કાઢ આપી શક્યો નહિ. આ અડચણને વખતે સયરાકુસમાં વસતા આર્કિમીડીસ નામે વિદ્વાનને બોલાવ્યો. એને વિષે એવી કથા છે કે એ કામ માથે લીધા પછી એક દિવસ તે નહાવા ગયો હતો, ત્યાંથી

તરતજ કેવળ નવસ્રો બહાર નીકળી ' પુરેકા ' પુરેકા, એમ માટેથી બોલતો પોતાના ઘર બહારી દોડ્યો. પુરેકા શબ્દનો અર્થ તે " મને જડ્યું " એવો થાય છે \* ઘેર જઈને તેણે સોનાની ઢાળકી લીધી. એમાં નવું સુવર્ણ હતું, કશો ભેગ નહોતો એ તે જાણતો હતો. તેને પાણીમાં જોખવાથી તેના બારમાં  $\frac{1}{4}$  ઘટ આવી. તે ઉપરથી તેણે તક કયો કે સરખે કદે પાણીથી ચોકખું સોનું ૧૯ ગણું ભારે છે. પછી તેણે રાજના મુગટને પાણીમાં મેલ્યો તો માલમ પડ્યું કે તેમાં  $\frac{1}{4}$  થી વધારે ઘટ પડી. એ ઉપરથી નિર્ણય કર્યો કે તે સાફ સોનાનો નહોતો, અને તે ઉપરથી સોનીને સોનું ચોરવાની સજા થઈ તે વાજબી હતી એમાં સંદેહ નથી.

પ્ર૦ ધાતુનો પ્યાલો પાણીમાં તરે છે, પરંતુ તેજ ધાતુનો તેટલાજ વજનનો ચપટો કકડો ડૂબી જાય છે એનું કારણ શું ?

ઉ૦ પ્યાલો પોલો હોય તેમાં વાયુ ભરેલો છે, અને તેથી પ્યાલાનું અને વાયુનું વજન તેટલા કદના પાણીના વજન કરતાં ઓછું થાય છે, પરંતુ ચપટો કકડો પાણીનો થોડો જથ્થો રોકી તેના કદ જેટલા પાણીના વજનથી ભારે થાય છે. પ્યાલાનો થોડોક ભાગ પાણીમાં છુટે છે, ત્યારે તે જેટલું પાણી ખસેડે છે, તેટલા પાણીનું વજન પ્યાલાના અને તેની અંદરના વાના

---

\* સયરાકુસ શહેમાં ગ્રીક લોક વસતા અને રાજા હિએરો તથા પંડિત આર્કિમીડીસ ગ્રીક હતો. એ લોકોમાં હમામખાનામાં નહાવા જવાનો ચાલ હતો અને ચોરડો વાસી માંહે નાગા નહાતા. અદ્યાપિ યુરોપમાં એ પ્રમાણે સ્નાન કરવાનો રિવાજ છે. ( પદાર્થ વિજ્ઞાન ઉપરથી. )

વજનની ખરાબર હોય છે, તેથી ખ્યાલો પાણી પર નીચલી મેર વધારે દબાણ કરી શકતો નથી

પ્ર૦ લોહાના બનાવેલા વહાણમાં તમામ જાતનો બારે માલ ભરેલો હોય છે, અને તે વહાણનું દ્રવ્ય પાણી કરતાં વધારે ઘટ હોય છે, છતાં તે પાણી ઉપર તરી શકે છે એનું કારણ શું ?

ઉ૦ વહાણનું, તેમાં ભરેલા માલનું, અને તેમાં રહેલા વાયુનું એકંદર વજન વહાણના ખોખાના પાણીમાં કુબેલા ભાગ વડે જોડાઈ પાણી ખસે છે. તેટલા પાણીની સમાન થાય છે. અર્થાત્ આખા વહાણનું વજન સરખા કદના પાણીના વજન કરતાં બહુ કમી હોય છે.

પ્ર૦ આર્કિમીડીસના નિયમ વડે હાથીનું વજન શી રીતે થઈ શકે ?

ઉ૦ વહાણનું ખાલી ખોખું પાણીમાં ફેટાઈ ફૂંચ્યું છે તે પ્રથમ ધ્યાનમાં લેવું, પછી વહાણમાં હાથી ચઢાવીને તપાસવું કે હવે વહાણ ફેટાઈ ફૂંચે છે. અગાઉના કરતાં જોડલા ધન ફૂટ વહાણ અંદર વધારે ફૂંચ્યું તેટલા ધનફૂટ પાણીના વજન જોડાઈ હાથીનું વજન હોવાનું. (એક ધનફૂટ પાણીનું વજન ૬૨ $\frac{૧}{૨}$  શેર અથવા ૬૨૩ ગેલન.)

પ્ર૦ વહાણમાં ફેટાઈ સરસામાન ભર્યો છે તે શી રીતે જણાય ?

ઉ૦ વહાણવટીઓ જાણતાજ હોય છે કે અમારું ખાલી વહાણ પાણીમાં અમુક ધનફૂટ ફૂંચે છે. પછી સરસામાન ભરાયા પછી ફેટાઈ ધનફૂટ વધારે ફૂંચ્યું તે તપાસે. ધારે કે ૧ લાખ ધન ફૂટ ભાગ વધારે ફૂંચ્યો. માટે  $૧ \text{ લાખ} \times ૬૨\frac{૧}{૨} = ૬૨\frac{૧}{૨} \text{ લાખ શેર}$  વજન સરસામાનનું.



## પાઠ ૮૦. કેશાકર્ષણના ચમત્કાર.

પ્ર૦ કેશાકર્ષણ એટલે શું ?

ઉ૦ ર, ઉન, સાહીચુસ વગેરે વસ્તુઓ પાણી કે બીજા પ્રવાહીમાં બોળવાથી પોતાની સપાટી કરતાં તે પ્રવાહી કેશ ( વાળ ) જેવી પાતળી નળીઓ વાટે ઉપર ચઢે છે. પ્રવાહીના આ ઉંચે ચતા ખેંચાણને કેશાકર્ષણ કહે છે.

પ્ર૦ કેશાકર્ષણનો આધાર શા ઉપર રહેલો છે ?

ઉ૦ પ્રવાહીપદાર્થ જેમ પાતળો તેમ તેના ઉપર કેશાકર્ષણની અસર વધારે થાય છે અને જેમ ઘાટો તેમ તે પદાર્થ ઉપર એ આકર્ષણની અસર ઓછી થાય છે. તેલ કરતાં દીવેલ ઉપર આકર્ષણ ઓછું થાય છે. અર્થાત્ પ્રવાહી પદાર્થના સ્વરૂપ ઉપર કેશાકર્ષણનો આધાર છે.

પ્ર૦ કોઈ પ્રવાહી ઉપર કેશાકર્ષણની અસર થશે કે કેમ તે શી રીતે સમજાય ?

ઉ૦ જે નક્કર પદાર્થને પ્રવાહીમાં બોળવાથી ભીનો થાય તો તે પ્રવાહી તેની બાજુઓ ઉપર ચઢશે એથી ઉલટું જે પ્રવાહીથી નક્કર પદાર્થ ન ભીજાય તે પ્રવાહીમાં તે પદાર્થ મુકવાથી તેની થડમાંનો પ્રવાહી હેઠે દબાઈ તેની સપાટી બાહ્યગોળ થયેલી દેખાશે. ઉદા. કાચનો સળીઓ લઈ પારામાં બોળવાથી પારો તેને વળગતો નથી અને પાણી તેને વળગે છે માટે પાણી ઉપર કેશાકર્ષણની અસર થશે અને પારા ઉપર નહિ થાય.

પ્ર૦ જે નળીઓ લઈ એકમાં પારો અને એકમાં પાણી ભરીને જોતાં બંને સપાટીમાં શો તફાવત જણાયે ?

ઉં પાણી નળીની બાજુઓ ઉપર કંઈક ઉંચે ચઢે છે. પરંતુ પારો બાજુઓથી દૂર ખસીને સામી દિશાનાં વકરેખાકૃતિ કરે છે અર્થાત્ પાણીની સપાટી અંતર્ગોળ અને પારાની બાહ્યગોળ છે.

પ્ર૦ કેવી નળીઓમાં પ્રવાહી વધારે ઉંચે ચઢે છે ?

ઉં નળીઓ જેમ સાંકડી તેમ તેમાં પાણી વગેરે પ્રવાહીઓ વધારે ઉંચે ચઢે છે. ( પારો વધારે નીચે ઉતરે છે ) એવી નળીઓને કેશાકાર નળીઓ કહે છે.

પ્ર૦ કેરોસીનને બદલે ફ્લેક્સમાં દીવેલ વાપરવામાં શી હરકત છે ?

ઉં કેરોસીન પાતળું હોઈ દીવેટમાં ઝટ ચઢે છે, અને દીવેલ પાતળું હોઈ ઝટ ચઢતું નથી.

પ્ર૦ કેશાકર્ષણ બળ ન હોત તો શું પરિણામ આવત ?

ઉં માથાના વાળ પોલા અને પારદર્શક હોઈ મગજમાંનો કાળો પ્રવાહી તેમાં ચઢે છે, તે ન ચઢતાં મગજમાં એ પદાર્થ ખૂટી પડતાં વાળ ઘોળા થઈ જાય છે. સૂક્ષ્મ મૂળ વાટે વનસ્પતિ જમીનમાંનું પાણી ચુસી લે છે, તે ચુસાત નહિ. દીવાની દીવેટમાં દીવેલ, તેલ, કેરોસીન વગેરે ચઢી શકત નહિ. લખેલું ઝટ સુકાય માટે રેતી કે સાહીચૂસ વાપરીએ છીએ તેનો ઉપયોગ થાત નાહ.

## પાઠ ૮૧. વાયુનું પ્રસરણ અને બલૂન.

પ્ર૦ જુદાજુદા પદાર્થો ઉપર ગરમીની શી અસર થાય છે ?

ઉં સઘળા પદાર્થો ગરમીથી પુલે છે તેમાં નફર પદાર્થો કરતાં પ્રવાહી પદાર્થો વધારે પુલે છે, અને પ્રવાહી કરતાં વાયુરૂપી પદાર્થો વધારે વિસ્તાર પામે છે.

પ્ર૦ ગરમીથી વાયુરૂપી પદાર્થ વિસ્તાર પામે છે; તે પ્રયોગ દ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ સાંકડા મોની એક ખાલી શીશી લો. ( એને આપણે ખાલી કહીએ છીએ પરંતુ એ ખાલી નથી પરંતુ તે વાયુથી ભરેલી છે. ) ઘોડનાળ કે તીલક જેવા આકારની નળી લઈ તેમાં થોડો પારો ભરી તેને કાટખુણીઆ નળી સાથે વળગાડીએ. કાટખુણીઆ નળીનો ઉભો છેડો એ સીસાના દાટા સાથે જોડીદો. હવે આપણે સીસી હાથમાં ઝાલી રાખીશું, અથવા તેને દેવતાની ધીમી આંચ આપીશું તો નળીમાંનો પારો ઉંચો ચઢતો દીઠામાં આવશે. એ ઉપરથી જણાય છે કે હાથની અથવા દેવતાની ગરમીને લીધે સીસાનો વા વિસ્તાર પામ્યો, અને તેણે વાંકી નળીમાંના પારાને ઉપર ધકેલ્યો.

પ્ર૦ વાયુની ઉજ્જુતા માપવાનાં યંત્રો કયા નિયમે બનાવવામાં આવ્યાં છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ એક છેડે ડુલવેરી દડી હોય એવી નળી લઈ તેનો ખુલ્લો છેડો પાણીમાં બોળીએ અને પછી તેને તપાવીએ તો પાણીમાં પર-પોટા થવા માંડશે. એ ઉપરથી જણાય છે, કે નળીમાંનો વા ડુલવાથી બહાર નીકળે છે; તે ટાઢી પડવાથી પાણી નળીમાં ચઢવાથી બહાર નીકળી ગયેલા વાની જગા તે લે છે. આ નિયમ ઉપરથી વાયુની ઉજ્જુતા માપવાનાં યંત્રો બનાવ્યાં છે.

પ્ર૦ વાયુના પ્રસરણનું ( ડુલવાનું ) વિશેષ લક્ષણ શું છે?

ઉ૦ સઘળા વાયુ સરખા તપાવવાથી તેઓ લગભગ સરખા કુલે છે. નક્કર અને પ્રવાહી પદાર્થો એ પ્રમાણે ડુલતા નથી. તેમના પ્રસરણનું પ્રમાણ ભિન્ન ભિન્ન હોય છે. ખારીક નિરીક્ષા કરવાથી

વાયુઓમાં પણ એવો ફેર જોવામાં આવશે, પરંતુ જુદાજુદા વાયુઓના કુલવાના પ્રમાણો વચ્ચે એટલો થોડો તફાવત હોય કે તેઓ સમાન કુલે છે એમ સાધારણ રીતે કહી શકાય. પ્રયોગો કરવાથી સિદ્ધ થયું છે કે પ્રત્યેક વાયુ અંકેક અંશ ગરમી આપવાથી પોતાના કદના  $\frac{1}{273}$  જેટલો વિસ્તાર પામે છે. ઉદા. સાધારણ ઉષ્ણતામાન  $27^{\circ}$  હોય ત્યારે  $273$  ધન કુટ વાયુને  $28^{\circ}$  લગી એટલે એક અંશ વધારે તેને તપાવીએ તો તે વાયુ  $274$  ધન કુટ જગા રોકે છે એવું માલમ પડશે.

પ્ર૦ પદ ની  $274$  ધન કુટ હવાને  $28^{\circ}$  સુધી તપાવીએ તો તે કેટલી જગા રોકે ?

ઉ૦ પદ થી  $28^{\circ}$  સુધી તપાવી એટલે બે અંશ ગરમી વધારે આપી એટલે પ્રથમના અંશે  $274$  ધનકુટ હવા પોતાના કદના  $\frac{1}{273}$  ( $274 \times \frac{1}{273} = 1$ )  $274$  ધનકુટ કદ વધ્યું એટલે  $274 + 1 = 275$  ધનકુટ કદ થયું, બીજા અંશે પણ  $275 \times \frac{1}{274} = 1$   $275$  ધન કદ વધ્યું એટલે  $275 + 1 = 276$  ધનકુટ કદ થયું.

પ્ર૦ વાદળો હવામાં શાથી તરે છે ?

ઉ૦ પાણીની માફક હવામાં પણ વાદળો વગેરે હલકા પદાર્થો તરે છે, તેમજ ઘટ હવા કરતાં પસરેલી એટલે ગરમ હવા હલકી હોવાથી ઉંચે ચઢે છે.

પ્ર૦ ગરમીથી હવા હલકી થઈ ઉંચે ચઢે છે, એ હવાના ગુણનો ઉપયોગ કયા યંત્રમાં થતો જોવામાં આવે છે ?

ઉ૦ બલૂનમાં.

પ્ર૦ બલૂનની પ્રથમ શોધ કરનાર કોણ ?

ઉ૦ મોંગોલીઅર નામના બે ફ્રેન્ચ ભાઈઓ.

પ્ર૦ પ્રથમ બલૂન બનાવવાનું તેમને કેમ સૂઝી આવ્યું ?

ઉ૦ એ ફ્રેન્ચ ભાંધઓનો બાપ કાગળ બનાવવાનો ધંધો કરતો હતો. તેમણે વાદળાં હવામાં લટકતાં જોયાં, તે ઉપરથી તેમને બલૂન બનાવવાનો વિચાર સૂઝ્યો. એ એ ભાંધઓને લાગ્યું કે કાગળ અથવા કાંઈ બીજી હલકી વસ્તુની મોટી હલકી કાથળી બનાવી તેમાં વાદળના જેવો દેખાતો પદાર્થ એટલે ધુમાડો ભરીએ તો કાથળીને લઈને ધુમાડો ઉંચે ચઢે એ પ્રમાણે કરવાથી તેઓ ફતેહ પામ્યા. તેઓ ધારતા હતા કે ધુમાડો હલકો હોવાથી બલૂન ઉંચે ચઢ્યું. પણ ખરું જોતાં તપાવેલી અને પુલેલી હવા હલકી હોવાથી તે ઉંચે ગયું હતું. એ હવા ઠંડી પડી ત્યારે બલૂન ભારે થઈ નીચે આવ્યું.

પ્ર૦ અગ્નિબલૂનોની રચના સમજાવો.

ઉ૦ કાગળ અથવા હલકી વસ્તુની કાથળી બનાવી તેની નીચે તાપણું. સળગાવવાથી તેમાંની હવા હલકી થઈ કાથળી ઉંચે ચઢે છે. એ અગ્નિની મદદથી ઉંચે ચઢે છે, માટે તેને અગ્નિબલૂન કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ એ બલૂનમાં સુધારો કરીને ઉપયોગમાં લઈ શકાય એવાં બલૂનો શી રીતે બનાવવામાં આવે છે.

ઉ૦ પછી એ બલૂનોને બદલે રેશમી કપડાનાં બલૂન બનાવી તેના ઉપર રત્નનું પડ ચઢાવી તેમાં હૈડ્રોજન અને કોલગ્યાસ જેવા હલકા વાયુઓ ભરે છે. એટલે તે ઉંચે જાય છે. એ બલૂનની નીચે વાંશ કે મેતરની નાની હલકી હોડી બેસવા માટે બનાવવામાં આવે છે તેમાં બેસી માણસ ઉંચે આકાશમાં ચઢી શકે છે.

પ્ર૦ અગ્નિબલૂનો અને ગ્લાસ બલૂનો વચ્ચે શો ભેદ છે ?

ઉ૦ અગ્નિબલૂનો સહેલાઈથી અને ઉતાવળે ભરી શકાય છે, પરંતુ ઉંચે ગયા પછી તેમાંની હવા વહેલી ઠંડી પડવાથી ઝટ નીચે આવે છે. અને બીજા પ્રકારનાં બલૂનોમાં વા ભરતાં ઘણો વખત લાગે છે. પરંતુ તેઓ હવામાં વધારે વાર રહી શકે છે.

પ્ર૦ બલૂનનો ઉપયોગ શો છે ?

ઉ૦ બલૂનની ગતિનો આધાર વાયુ ઉપર રહેલો છે તેથી અઘાપિ તે ચોક્કસ વાહન તરીકે વપરાતું નથી. તો પણ લડાઈને સમયે શત્રુના લશ્કરની સ્થિતિ વગેરે જાણવા માટે મુખ્યત્વે તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



## પાઠ ૮૨મો હવાનો ચમત્કાર—સ્વરધારણ્યંત્ર.

પ્ર૦ ફોનોગ્રાફના જુદા જુદા ભાગ ગણાવો.

ઉ૦ પેટીમાં સંતાડેલું નિયમિત ગોળ ગતિ આપનાર ચક્રયંત્ર, ગોળ થાળી કે ચુડી, સ્વર પ્રત્યુત્પાદક ડમ્પી; અને હાસ્ય ઉપજાવે એવું મોટું ભુંગણું, એ મુખ્ય અંગો છે, એ સિવાય પેટીમાંના ચક્રયંત્રને ગતિ આપવા ચાવી આપવાનું હેન્ડલ, થાળીને ફરતી અટકાવનાર કળ, વેગ ઓછો વત્તો કરનારો રૂફ, વગેરે લાગે છે.

પ્ર૦ ફોનોગ્રાફની રચના આપણા કાનની રચનાને કેવી રીતે મળતી આવે છે ?

ઉ૦ બોલનાર માણસના શબ્દોનાં આંદોલન હવામાં થઈ કાનની અંદર એકઠાં થઈ ઠેક પડવાને પહોંચે છે. તેથી પડદો ધ્રૂજતી સ્થિતિમાં આવે છે. પડદાની પાછળ મજબૂતતંતુઓ.—જ્ઞાન-

તંતુઓ હોય છે. તે મળ્મતંતુદારા ધૂળરો મગજ સુધી પહોંચે છે. આથી મગજને અવાજનું જ્ઞાન થાય છે. આવાજ પ્રકારની રચના ફોનોગ્રાફમાં હોય છે.

પ્ર૦ ફોનોગ્રાફની શોધ કરનાર કોણ ?

ઉ૦ અમેરિકાના સુપ્રસિદ્ધ વૈજ્ઞાનિક વિદ્વાન થોમસ આલ્વા એડિસન નામના વિદ્વાને ૧૮૭૬માં પહેલ વહેલું ફોનોગ્રાફ બનાવવાના પોતાના પ્રયત્નમાં સફળતા મેળવી હતી.

પ્ર૦ શરૂઆતમાં બનાવવામાં આવેલા ફોનોગ્રાફની રચના સમજાવો.

ઉ૦ એડિસને ધાતુના એક નળાકાર ભુંગળા પર રફૂના જેવા સતત ગોળને ગોળ ખાંચા પાડી તે ઉપર પાતળું કલાઈનું પતરું વીટાળ્યું અને આ ભુંગળાની લાંબી ધરીને પણ રફૂની પેઠે ખાંચા પાડી એક હાથાવતી તે ધરી ફેરવવાથી ભુંગળાને ધરીની દિશામાં સીધી ગતિ તેણે આપી હતી. આ ભુંગળા પરના પતરાને બરાબર સ્પર્શ કરે એવું નાનું ઢોલ તેણે ગોઠવ્યું અને તે ઢોલના પડદા જોડે ચોટાડેલી એક સોય તે પતરા પર દબાવી રાખી અને જ્યારે ઢોલનો પડદો શબ્દોના આંદોલનોથી ચતા હવાના તુરંગોથી ધ્રુજવા માંડે છે ત્યારે પેલી સોય પેલા પતરા ભુંગળાના રફૂ જેવા ખાંચામાં જેમ જેમ પેલું ભુંગળું ધરીપર ફરતું જાય તેમ તેમ કાણું પાડતી ગઈ અને આખા ભુંગળાના પતરા પર આ પ્રમાણે જુદા જુદા શબ્દોની બનેલી વાત કે ગીત નોંધાયા પછી પાછું તે ભુંગળું પોતાની પ્રથમ જગાએ ગોઠવી તેજ દિશાનાં પાછું ફેરવવામાં આવે છે ત્યારે પતરામાં પડેલાં કાણાં પાછાં પેલી સોયને ખાંચાની ઉંડાઈ પ્રમાણે ઉચી નીચી કરે છે, અને ઢોલના પડદાને જેમ તે પહેલાં ધ્રુજ્યું હતું

તેમ ધુળવે છે. આ ઢોલના પડદામાં પહેલા શબ્દથી થયેલા ધુળરા જેવો પાછો ધુળરો થવાથી હવામાં તે શબ્દોના જેવાંજ તરંગો પાછાં ઉત્પન્ન થાય છે. પહેલા શબ્દોના જેવાં તરંગો આપણા કાનના પદ્ધતિ પર પડે છે. અને તેજ શબ્દની ભાવના પાછી આપણા મગજમાં ઉત્પન્ન થાય છે. આમાં એડિસનના પ્રથમ ફોનોગ્રાફની ક્રિયાનું સર્વ રહસ્ય સમાએલું છે.

૫૦ એ યંત્રમાં મુખ્યત્વે સુધારા કયા કયા થઇને ફોનોગ્રાફ અત્યારની સ્થિતિએ પહોંચ્યું છે તે સમજાવો.

૬૦ (૧) પ્રથમતો કલાઇના પતરાવાળા ભુંગળાને બદલે મીણુ ચોપ-ડેલી માટીની પકવેલી ચુડીઓ દાખલ કરવામાં આવી પણ આવી ધણી ચુડીઓ એક જગ્યાએથી બીજા જગ્યાએ ફેરવવાનો ધણો ત્રાસ થવાથી સ્વાભાવિક રીતેજ હાલમાં વપરાતી થાળીનો ઉપયોગ શરૂ થયો. થાળીઓથી જગાનો બચાવ થયો એટલુંજ નહિ પણ થાળીની બંને બાજુ સ્વર નોંધાવામાં કામે લાગવાથી એક “ રેકૉર્ડ ” પર વધારે નોંધ રહેવા લાગી.

(૨) પહેલાં જે ભુંગળું હાથવતી ગોળ ફેરવાતું હતું તે ફેરવવાને ધીમે ધીમે બારીક યંત્રરચના દાખલ થતી ગઇ અને ચુડી નિયમિત રીતે અને મરજી મુજબ ઓછી વતી ફેરવી શકાય એવાં યંત્રો ગોઠવાયાં.

(૩) પહેલાં તો ફોનોગ્રાફના સ્વરપ્રત્યુત્પાદક ઢોલની જોડે એક નાની ડબી રાખી તેમાંથી અનેક રબરની નળીઓ વાટે અવાજ સાંભળવામાં આવતો હતો, અને આથી કરીને જેટલી નળીઓ હોય તેટલાજ જણને ફોનોગ્રાફ સાંભળવાનો લાભ મળતો, પણ હવે તો એ ડબી જોડે એક મોટું શબ્દને પુષ્ટિ આપનારું



ભુંગળું ગોઠવવાથી સધળા સમાજને તે સહેલાઈથી અને સાથે સંભળાવી શકાય છે.

- (૪) આગળના દોહની રચનામાં પણ જલદી સુધારા થતા ગયા, પહેલાં જે સ્વર નોંધવાને અને તેનું પ્રાયુત્પાદન કરવાને એકજ ભતતની ડમ્રી વપરાતી હતી તે હવે ભુદી ભુદી ભતતની ડમ્રીઓ વપરાય છે.

પ્ર૦ સ્વર નોંધનારી ડમ્રીની રચના સમજવો.

- ઉ૦ આ છખીનો વ્યાસ લગભગ ૧૧ ઈંચ હોય છે. તેને મથાળે એક ભુંગળી હોય છે, અને ભુંગળીમાં ભુંગળું ગોઠવવામાં આવે છે. અને તેને તળીએ એક બાજુએ ભુંગળી નેડે મજ્જગરાથી વળગાડેલી એક જોળ તાસક હોય છે. આ તાસક એક બારીક કાચની કે અખરખની પડદીને પકડી રાખે છે. એ પડદીની બાડાઈ ફક્ત ઈંચ જેટલી હોય છે. અને આને એક બારીક ધારવાળી કલમ (સ્ટાઈલસ) વળગાડેલી હોય છે. આ કલમ એક નાના સેક્રાયર-નીલમણીના સળીઆની બનાવેલી હોય છે અને તેનો ધારવાળો છેડો એક નાની પ્યાલીના આકારનો ગોળ હોય છે. અવાજના તરંગો ભુંગળામાંથી ડમ્રીમાં આવે છે. અને આ તરંગો આવી ડમ્રીમાં ફેલાઈને જય માટે પેલી તાસકને મથાળે ગોળ પ્યાલા જેવું કરી તેમાં એક ઢીલી પણ તેને બેસતી એક પ્યાલી આકારની ભુંગળી ગોઠવેલી હોય છે, આ ભુંગળીનો છેડો દડા આકારનો હોઈ તાસકના પ્યાલા જેવા ખાડામાં બેસતો આવે છે, એટલે જ્યારે અવાજના તરંગો ભુંગળામાંથી ભુંગળીમાં આવે છે, ત્યારે તે બધા બરોબર પેલી કાચની પડદી પર એકત્ર થઈ શકે છે, અને તેને ધ્રુજાવી મૂકે છે, અને પડદી

પરની લેખણી આ ધૂળરાને નોંધનારી ચુડી પરના મીણમાં ખરાબર આલેખી લે છે.

મીણ ચોપડેલી ચુડી ચક્રચંત્ર વતી ગોળ ફરવા લાગે છે, ત્યારે આ નોંધનારી ડાબી ચુડી પર રક્તના દોરા જેવી સતત ગોળલીટીમાં ખારીક ઊંચા નીચા ખાડા પાડતી જાય છે. એક ઈંચમાં લગભગ સો કે એથી વધારે આવા દોરા પડી જાય છે. આ ખાડાની ઊંચાઈ એક ઈંચના હજારમાં લાગ કરતા વધારે હોતી નથી.

પ્ર૦ સ્વરપ્રત્યુત્પાદક ડાબીની રચના સમજાવો.

ઉ૦ આ ડાબીની રચના નોંધનારી ડાબીની રચના કરતાં વધારે ગુંચવાડાવાળી છે. પણ તેનું તત્ત્વ તો લગભગ તેવું જ છે. મીણની ચુડી ઉપર ખાંચા પાડનારી તીક્ષ્ણ અણીવાળી સ્ટાઇલ્સને બદલે ગોળ માથાવાળી પીન મુકવામાં આવે છે, એ પીન મીણની નરમ નળાકાર ઉપરની ખોલણોમાં થઈને ઊંચી નીચી થાય છે અને પીન અખરખની પડદીને ધ્રુજાવે છે. અખરખની પડદી એ ધ્રુજારો ડાબીમાંની પ્યાલોમાંના વાતાવરણદ્વારા ભુંગળામાં થઈ બહારના વાતાવરણમાં જાય છે. અને એ રીતે ઉત્પન્ન થએલાં મોજાં સાંભળનારા કાન સુધી પહોંચે છે.

પ્ર૦ હાલમાં વધારે પરિચિત અને લોકપ્રિય થયેલાં આમોફોનની રચના સમજાવો. ( ફોનોગ્રાફ અને આમોફોનની રચનામાં શેા ભેદ છે ? )

ઉ૦ આમોફોન અને ફોનોગ્રાફમાં એકજ તત્ત્વ છે, પણ રચનામાં કેટલોક ફેર છે. ચુડીઓને બદલે આમોફોનમાં થાળીઓ દાખલ કરેલી છે. અને ફોનોગ્રાફની લેખણ ચુડી પરના મીણમાં જ્યારે ઊંચા નીચા ખાડા પાડે છે, ત્યારે આમોફોનની લેખણ આ

થાળી પર આડી અવળી સર્પાકારે ફર્યા કરેછે. લેખણુ જિંચી નીચી કે આડી અવળી ચાલે તેથી કંઈ ફેર પડતો નથી. કારણકે બંને ગતિને લઇને કાચની પડદી ધ્રુજવી શકાય છે. બંનેની સ્વર નોંધનારી ડબીની રચના લગભગ સમાન છે.

પ્ર૦ આમાફાનની સોય દરેક ગાયને બદલવી પડે છે, તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સોય ગોળાકાર બનાવેલી હોય છે, અને આ ગોળાકાર એકવાર થાળી પર ફરવાથી ધસાઈ અણીદાર થાય છે; માટે જો તેની તે સોય ફરીવાર ફેરવવામાં આવે છે, તો તે થાળી પર બીજા ખાંચા પડે છે, અને થાળીના મૂળ આલેખનોને બગાડે છે, આટલા માટે દરેક વાર સોય બદલવી પડે છે. આ લેખાંડની સોયને બદલે હીરાની કે કાંઈ મણિની સોય રાખવામાં આવે તો તે વારંવાર બદલવી પડતી નથી.

પ્ર૦ ફેનોઆફની ચુડી પર ગાયન કે ભાષણ શી રીતે ભરે છે ?

ઉ૦ બોલનાર કે ગાનારમાં ભાષણ કે ગાયનના સ્વરનાં હવામાં આંદોલન ભુંગળા વાટે સ્વર નોંધનારી ડબીમાંની અખરખની પડદીને ધ્રુજાવે છે. અખરખની પડદી ધ્રુજવાથી તેના સંબંધમાં રહેલી સ્ટાઇલ્સ ધ્રુજતી ગતિમાં આવે છે, હવે ફેનોઆફની ચુડી ચક્ર-ચત્રની મદદથી ગોળ ફરતી કરવામાં આવે છે, આથી એ ચુડી પર સ્ટાઇલ્સ વડે ઉંચા નીચા સંસ્કાર પડી જાય છે. એ રીતે આખું ગાયન કે ભાષણ ચુડી કે થાળી ઉપરથી ઉતારી લેવામાં આવે છે, અને આ થાળી ઉપરથી એક પીત્તળનું બીજું વીજળિક પ્રવાહની મદદથી બનાવવામાં આવે છે, આ બીજા

ઉપરથી ધખોનાઘટની\* અનેક નકલોની થાળીઓ ખનાવી ખજ-  
રમાં વેચવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ફોનોગ્રાફનો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉ૦ જે પ્રમાણે ફોનોગ્રાફથી (છુપી પાડવાની કળાથી) દેશ દેશાવરના  
અતિ રમણીય દેખાવો આખેલુખ આપણી નજર આગળ મુજ  
કાંમતે ખડા થઈ શકે છે, તેજ પ્રમાણે આ યંત્રથી મોટામોટા  
ગવૈયાનાં સંગીતો, ભાષણકર્તાનાં ભાષણો આપણા કાન પાસે  
ખડાં થઈ જાય છે. વર્તમાનપત્રો માટે સભાનાં કામકાજનો  
ઝડપથી ઉતારો લઈ લેવામાં, છુપી પોલીસને ગુનાહ પકડવામાં,  
મરણ વખતની જુથાની લેવામાં, આપ્તજનોનાં મુદ્રાવાકયો  
સંગ્રહી રાખવામાં, સીનેમેટોગ્રાફ જોડે સંયુક્ત કરી નાટકશાળા-  
ઓના પ્રયોગો આખેલુખ દર્શાવવામાં વગેરે અનેક વ્યવહારમાં  
આ યંત્રનો ઉપયોગ લેવાની શરૂઆત થઈ ચુકી છે. પણ આ  
સઘળા ઉપયોગ કરતાં એક અતિ ઉત્તમ સેવા ફોનોગ્રાફ શબ્દ-  
શાસ્ત્રના શોધોને માટે એ બજાવે છે, કે તેથી ઉપર જણાવ્યા  
પ્રમાણે શબ્દની ખારીક નોંધ વડે જુદાં જુદાં વાજિંત્રોના જુદા  
જુદા સૂરનું એટલું તો સરસ પૃથકકરણ થઈ શકે છે કે મૂળ  
સૂર સાથે કયાં કયાં સંમિશ્રણો હોય તો તે સૂરમાં મધુરતા  
કે કટુતા આવી જાય છે. આ પૃથકરણોના અભ્યાસી વિદ્વાનો  
સ્વરશાસ્ત્રનું તેમજ માનસિક રચનાનું ઘણુંજ ખારીકીથી નિરી-  
ક્ષણ કરી શકે છે. આ પ્રમાણે ફોનોગ્રાફ મનુષ્યસુધારણાનું  
એક સાધન બનતું જાય છે.

---

\* રખરના ઝાડનો સ્થિતિસ્થાપક રસ (ગુંદર) ને ગંધક જોડે  
મેળવી કઠણ કરેલો પદાર્થ તે ધખોનાઘટના નામથી ઓળખાય છે.

પ્ર૦ મૂળ બોલનાર માણસના અવાજમાં ફોનોગ્રાફમાં કંઈ ફેર પડે છે કે કેમ ?

ઉ૦ ફોનોગ્રાફનાં સાહિત્યો પોતાનો અવાજ મૂળ અવાજમાં ઉમેરે છે તેથી અવાજમાં ફેર પડે છે.

પ્ર૦ અવાજ હવાનાં આંદોલનથી ઉત્પન્ન થાય છે, તો સમજાવ અવાજ શા માટે જુદા હશે ?

ઉ૦ લાકડું, ધાતુ, તંબુરાનો તાર વગેરે જુદાં જુદાં સાહિત્યોનાં આંદોલનમાં ફેર હોય છે. તેથી બધા અવાજ એક સ્વરખા સંભળાતા નથી,

પ્ર૦ આપણો પોતાનો અવાજ શી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ આપણા ગળામાં સ્નાયુઓની અમુક તરેહની ગોઠવણ હોય છે, તેથી તેની પાસેનો વા ધ્રુજતી ગતિમાં આવે છે. એ વાના આંદોલનમાં જીભ, હોઠ, દાંત અને તાળવાની કૃતિને લીધે ફેરફાર થાય છે.

પ્ર૦ ગવૈયા લોકો તંબુરાનું તુંબડું શાથી મોટું રાખે છે ?

ઉ૦ તંબુરાના તાર ધ્રુજે છે તેને લીધે વા ધ્રુજે છે, અને એ વાનાં આંદોલન તુંબડું પ્રહણ કરે છે. આથી તેનું આખું પૂંઠ તારની સાથે ધ્રુજે છે. તેથી મૂળના અવાજમાં ઉમેરો થાય છે. માટે જેમ તુંબડું મોટું હોય તેમ અવાજમાં વધારે ઉમેરો થાય છે.

પ્ર૦ નાદ એટલે શું ? અને તે શાથી ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ મોટો અવાજ તે નાદ. વામાં બહુજ થોડો વખત સુધી એકા-એક પ્રહાર થવાથી મોટો અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે. તેને નાદ કહે છે. જેમકે બંદુકનો અવાજ, તોપનો અવાજ, વરસાદની ગર્જના વગેરે.

પ્ર૦ સૂર એટલે શું ? તથા તે શાથી ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ ઝીણા અવાજને સૂર કહેવાય. હવામાં નિયમિત અંતરે એક પછી એક પુષ્કળ આદોલન કે પ્રહાર જાતુ થાય છે ત્યારે સૂર ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ કેટલાક સૂર આનંદકારી અને કેટલાક અપ્રિય લાગે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સાદા સ્વરના મુખ્ય ત્રણ ગુણ છે. (૧) અવાજનો પ્રકર્ષ એટલે મોટાપણું, ( ૨ ) ઉચ્ચતા અથવા આદોલનની ત્વરા અને (૩) સ્વરભેદદર્શક ગુણ અથવા જે સ્થાનમાંથી આદોલન નીકળે છે તે સ્થાનનો ગુણ. આ ગુણોને લીધે તથા સ્વરના કેટલાક યોગ્ય સંધાનને લીધે સૂર આનંદકારી અથવા અપ્રિય લાગે છે.

પ્ર૦ પુરુષના સ્વર કરતાં સ્ત્રીઓનો સ્વર વધારે કામળ હોય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પુરુષોની કંઠ નળીના વાટા સ્ત્રીઓના કરતાં વધારે મોટા અને જાડા હોય છે, તેથી તે સ્ત્રીઓની કંઠ નળીના વાટાની પેઠે સ્થિતિસ્થાપક હોવા છતાં ઓછા વેગથી ધૂંળે છે.

પ્ર૦ કાઈ પણ અવાજ આપણે શી રીતે સાંભળી શકીએ છીએ ?

ઉ૦ કાઈ પણ વસ્તુ હાલવાથી-ધ્રુજવાથી તેના સંબંધનાં વાતાવરણનાં રજકણો ધૂંળે છે, એ રજકણો તેની પાસેનાં રજકણોને ધ્રુજાવે છે. એમ એક પછી એક આપણા કાનના પડદા સુધીના રજકણો હાલી તે કાનના પડદા પાસેના વાના રજકણો પડદાને અથડાય છે, તેથી અવાજ સાંભળાય છે. હવા વગરની જગ્યામાં પાસેમાં પાસેનો ગમે તેવો મોટો થએલો અવાજ પણ

સંભળાય નહિ. આ પ્રમાણે હવામાં આંદોલન થઇનેજ અવાજ આવી શકે છે.

પ્ર૦ પડધો એટલે શું અને તેનો વેગ કેટલો હશે ?

ઉ૦ કોઈ જગ્યાએથી અવાજ નીકળ્યા પછી આગળ જવાની જગ્યા ન મળવાથી અવાજ પ્રતિરોધને અથડાઈને પાછો આવે છે તેને પડધો કહે છે. પડધો અથવા પ્રતિધ્વનિ પણ અવાજ જેટલા વેગે એટલે એક સેકન્ડે ૧૧૫૦ ફૂટને વેગે ગતિ કરે છે.



પાઠ ૮૩. પ્રકાશના ચમત્કાર—ભાગ ૧.

ઝળઝળું, મૃગજળ વગેરે.

પ્ર૦ પ્રકાશ એટલે શું અને તેનાં મુખ્ય લક્ષણો કહો.

ઉ૦ પદાર્થની આણુઓની અતિશય ધ્રુજતી ગતિથી સર્વત્ર વ્યાપી રહેલા ઇથરમાં જે સૂક્ષ્મ મોજાં ઉત્પન્ન થઈ આંખના પડદાને ઇન્દ્રિયબોધ કરે છે તેને પ્રકાશ કહેવામાં આવે છે. જેમ અવાજનાં મોજાં હવામાં ઉત્પન્ન થાય છે, તેમાં પ્રકાશનાં મોજાં ઇથરમાં ઉત્પન્ન થાય છે. જે પદાર્થમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો નીકળે છે તે બધા ( સૂર્ય, તારા, દીવો સઘળા બળતા પદાર્થો વગેરે ) સ્વપ્રકાશક અને જે પદાર્થમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો નીકળતાં નથી તે બધા પરપ્રકાશક કહેવાય છે. પ્રકાશનાં કિરણોનાં મુખ્ય લક્ષણ બે છે. (૧) પ્રકાશનાં કિરણો હંમેશા સીધી લીટીમાંજ જાય છે; (૨) અપારદર્શક પદાર્થને ભેદીને કિરણો પાર જતાં નથી.

૩૦ પ્રકાશનું પરાવર્તન એટલે શું ?

ઉ૦ કાચ જેવાં લીસા પૃષ્ઠો ઉપર કિરણો પડ્યા પછી ત્યાંથી પાછા ફેંકાય છે તેને કિરણોનું પરાવર્તન ( પરા-—પાછું+આવર્તન—આવતું તે ) કહે છે. જે કિરણો લંબ રૂપે પડે તો પરાવર્તન પામ્યા પછી સીધાં મૂળ પદાર્થમાં જાય છે, પણ જે લંબ રૂપે ન પડતાં અમુક ખુણા કરીને પડે તો તેટલોજ ખુણો કરી તેથી ઉલટી દિશામાં પાછાં ફેંકાય છે. આવી રીતે કિરણો પડતી વખતે લંબ સાથે જે ખૂણો કરે છે તેને પતનકોણ ( કિરણો પડવાથી થતો ખુણો ) કહે છે, અને કિરણો પાછાં ફેંકાતી વખતે જે ખૂણો કરે છે તેને પરાવર્તન કોણ ( કિરણો પાછાં ફેંકવાથી થતો ખૂણો ) કહે છે.

૩૦ પરાવર્તનને લીધે પદાર્થ મૂળ સ્થળમાં દેખાવાને બદલે તેમાં શો ફેરફાર થાય છે ?

ઉ૦ હંમેશા કિરણ જે દિશાએથી આવે તેની સીધી લીટીમાંજ પદાર્થ દેખાય છે. જે ખારોખાર પદાર્થ ઉપરથી કિરણો આપણી આંખમાં આવે તો પદાર્થ પોતાના અસલ સ્થળમાં દેખાય, પરંતુ પદાર્થનાં કિરણો કોઈ સ્થળે પડીને પછી ત્યાંથી પાછું પરાવર્તન પામીને આપણી આંખમાં આવે ત્યારે તે છેવટે જ્યાંથી આવ્યું હોય તેની સીધી લીટીમાં દેખાય છે. ઉદા. તરીકે આપણે ચાટલામાં નોંંછએ ત્યારે અંદર મોં દેખાય છે તેમાં આ પ્રમાણે બને છે કે—પ્રથમ સૂર્યનાં કિરણો આપણાં મોં ઉપર પડે છે, પછી ત્યાંથી પરાવર્તન પામીને કાચ ઉપર પડે છે, અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામીને ( કાચની પાછળ કલાઈ અને પારાડું પડ ચઢાવી તેનો પારદર્શક ગુણ બદલી પ્રતિબિંબ દર્શક



ગુણ કરેલો છે માટે પરાવર્તન પામે છે. ) આપણી આંખમાં આવે છે. અર્થાત્ આંખમાં તો કિરણો કાચ ઉપરથી આવેછે, તેથી મોંની છબી કાચમાં દેખાય છે. વળી મોં કાચથી જોડેલે અંતરે હોય છે તેટલે અંતરે અંદરની બાજુએ પણ દેખાય છે. વળી પરાવર્તન પામેલું કિરણ જે દિશાએથી આવે છે તેવી સીધી લીટીમાંજ પદાર્થ છે, તેથી જળાશયને કાંઠે ઉગેલું ઝાડ જળાશયમાં ઉંધું દેખાય છે. ( તેમાં એવું બને છે કે સૂર્યનાં કિરણો ઝાડ ઉપર પડી તેનું પરાવર્તન થઈ પાણીની સપાટી ઉપર છે, અને પાણીની સપાટી ઉપરથી પરાવર્તન પામી જોનારની આંખમાં આવે છે આથી પદાર્થનું કિરણ પોતાને મૂળ સ્થળેથી આપણી આંખમાં ન આવતાં જળની સપાટી ઉપરથી આંખમાં આવે છે. તેથી તેની સીધી લીટીમાં એટલે જળની અંદર પદાર્થ દેખાય છે વળી એજ કારણુને લીધે તે ઝાડની ટોચ જોટલી પાણીથી ઉંચી હોય તેટલીજ નીચી તેની મહિ પણ દેખાય છે.

૩૦ ચાટલા ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો આંખમાં આવે છે ત્યારે ઝાંઝવાં વળે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ કાચનું પૃષ્ઠ ઘણું લીસું હોવાથી તેના ઉપર પડેલાં ધણાંખરાં કિરણોનું નિયમિત પરાવર્તન થઈ સઘળાં આંખમાં આવે છે તેથી ઝાંઝવાં વળે છે; પણ બરબચડા પૃષ્ઠ ઉપર પડેલાં કિરણો નિયમિત પરાવર્તન પામતાં નથી અને તેમાંનાં ધણાં કિરણો આજી બાજી ફેલાઈ જઈ આંખમાં માત્ર થોડાંજ કિરણો આવે છે, તેથી તે વસ્તુ દેખાય છે પણ આંખે ઝાંઝવાં વળતાં નથી.

પ્ર૦ વક્રીભવન એટલે શું?

ઉ૦ એક પારદર્શક પદાર્થમાંથી બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં એટલે વાયુ અને પાણી, વાયુ અને કાચ વગેરે જુદી જુદી ધ્રાડાઈના એ પદાર્થોને વિખુટા કરનારી સપાટી આગળ પ્રકાશનાં કિરણો મરડાય છે તેને પ્રકાશનું વક્રીભવન (વાંકાં વળવું) કહે છે.

પ્ર૦ વક્રીભવન ક્યારે ન થાય ?

ઉ૦ સરખીજ ધ્રાડાઈના પારદર્શક પદાર્થમાં થઈને કિરણો જાય ત્યારે તેનું વક્રીભવન થતું નથી; તેમજ જુદી જુદી ધ્રાડાઈના પદાર્થો હોવા છતાં કિરણો લંબ લીટીમાં જાય ત્યારે વક્રીભવન થતું નથી.

પ્ર૦ કયે નિયમે પ્રકાશનાં કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે ?

ઉ૦ હવામાંથી પાણીમાં એટલે પાતળા થરોમાંથી ધ્રાડા થરોમાં થઈને જતાં પ્રકાશનાં કિરણો લંબ તરફ મરડાય છે; અને પાણીમાંથી હવામાં એટલે ધ્રાડા થરોમાંથી પાતળા થરોમાં જતાં લંબથી દૂર જાય છે.

પ્ર૦ વક્રીભવન થવાને લીધે કયા કયા ચમત્કારો જણાય છે ?

ઉ૦ (૧) સીધી લાકડી પાણીમાં બોળવાથી તેનો હુબેલો ભાગ વાંકા વળેલો દેખાય છે. (૨) પાણીથી ભરેલાં વાસણોનાં પૃષ્ઠ ઉંચાં આવેલાં દેખાય છે, તેમજ તેમાં હુબેલો પદાર્થ ચપટો દેખાય છે. (૩) સૂર્ય ઉગ્યા પહેલાં તેમજ આથમ્યા પછી લગભગ દોઢેક કલાક સુધી સૂર્યનાં કિરણો મરડાઈને ક્ષિતિજની ઉપર આવી શકવાથી અજવાળું રહે છે, એ અજવાળાને ઝળઝળું કહે છે. (૪) રેતાળ ગરમ પ્રદેશમાં પાણી ન હોવા છતાં પણ ઘણીવાર દૂરથી જળાશય હોવાનો ભાસ થાય છે. અને જળાશય હોય તેમ

તેમાં વનરપતિ, પશુ વગેરેના ઓળા પડેલા જણાય છે. (૫) ફટલાક પ્રદેશમાં પ્રાણી, વનરપતિ, મકાનો વગેરે હવામાં અધર રહેલાં હોય તેવો ભાસુ દેખાય છે. (૬) એક ખાત્રી પ્યાલામાં પાવલી મૂકીને પ્યાલાને દૂર એવી રીતે મૂકા કે પ્યાલાની કાર પરથી માત્ર સહેજ પાવલી જોઈ શકાય. પછી એક માણસ પાસે પાવલી ખસે નહિ તેમ ધીમેથી પ્રાણી રેડાવવું, આમ કરવાથી આખી પાવલી નજરે પડશે. (૬) પ્રકાશનાં કિરણો ત્રિપાસા કાચમાં થઈ પસાર કરવાથી સામી દિવાલ પર જુદા જુદા સાત રંગનો પટા પડેલો માલમ પડશે. તેજ પ્રમાણે સૂર્યનાં કિરણો વરસાદનાં ફેરામાં થઈને જતાં (સૂર્યપ્રકાશમાંના સાતે રંગનાં કિરણોનું) ભિન્ન ભિન્ન રીતે વક્રીભવન થઈ કાળાં અપાર દર્શક વાદળાં પર સાત રંગના પટાવાળું મેઘધનુષ્ય દેખાય છે. (૭) આકાશી પદાર્થો પોતાને ખરે સ્થળે ન દેખાતાં ઉંચા દેખાય છે. તેથીજ ક્ષિતિજની નીચે ગયા પછી પણ થોડા વખત સુધી સૂર્ય, ચંદ્ર, તારાઓ વગેરે જોઈ શકાય છે. વળી સૂર્ય અને ચંદ્ર ક્ષિતિજની સમીપ હોય છે ત્યારે નીચલા ભાગ કરતાં ઉપલેા ભાગ વક્રીભવનને લીધે વધારે ઉંચો આવી વર્તુળાકાર ચપટા દેખાય છે.

પ્ર૦ હવા એકનો એક પદાર્થ હોવા છતાં પણ તેમાં થઈને જતાં કિરણો મરડાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ જેમ જેમ ઉંચે જઈએ તેમ તેમ હવાના થરો પાતળા હોય છે, અર્થાત્ હવાના થરોની ઘાડાઈમાં એકાએક ફેરફાર થતો નથી પણ ધીમે ધીમે થાય છે, તેથી કિરણોની દિશા એકદમ ન બદલાતાં તે ધીમે ધીમે મરડાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશના મુખ્ય અમલકારો કયા કયા છે ?

ઉ૦ ઝળઝળું, મૃગજળ, મેઘધનુષ્ય, પુરવણી કરનારા રંગોની નેત્રપટ ઉપર થતી જુદી જુદી અસર વગેરે.

પ્ર૦ ઝળઝળું એટલે શું ?

ઉ૦ દીવો એલવી નાખવાથી એકદમ અંધકાર થઈ રહે છે, અને અંધકારમાં દીવો કરવાથી એકદમ પ્રકાશ ફેલાઈ જાય છે, પરંતુ સૂર્ય આથમ્યા પછી એકદમ અંધકાર ફેલાઈ જતો નથી, પણ થોડો વખત અજવાળું રહે છે તેમજ રાત્રિ પૂરી થતાં એકદમ અજવાળું ફેલાઈ જતું નથી, પણ સૂર્યોદય થયા અગાઉથી થોડો વખત અજવાળું માલમ પડે છે. આ પ્રકારના અજવાળાને ઝળઝળું કહે છે. બીજી રીતે કહીએ તો પ્રકાશ અને અંધકારનું એકાએક અવસ્થાંતર થવાને બદલે દરરોજ સૂર્યોદય પહેલાં અને દરરોજ સૂર્યાસ્ત પછી જે થોડો વખત અજવાળું રહે છે તેને ઝળઝળું કહે છે.

પ્ર૦ ઝળઝળું શાથી થાય છે ?

ઉ૦ સૂર્ય ક્ષિતિજની ( આકાશ અને પૃથ્વી મળી ગયાની હદ બતાવનારી લીટીને ક્ષિતિજ કહે છે ) નીચે હોય છે ત્યારે તેનાં કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે તેથી ઝળઝળું દેખાય છે.

પ્ર૦ ઝળઝળું કેટલો સમય પહોંચે છે ?

ઉ૦ સૂર્ય ક્ષિતિજની નીચે  $1^\circ$  હોય ત્યાં સુધી તેનાં કિરણો વક્રી બળીને ક્ષિતિજ ઉપર આવી શકે છે. તેથી સૂર્યને  $1^\circ$  ની દેખાઈ ગતિ (વાસ્તવિક રીતે સૂર્ય ફરતો નથી પરંતુ પૃથ્વી ફરે છે, પણ ભ્રમથી આંખ ઉલટો દેખાવ જુએ છે તેથી સૂર્ય ફરતો દેખાય છે, એ દેખાવ વાસ્તવિક નથી માટે તેને દેખાઈતી

ગતિ કહી છે.) કરતાં જેટલો સમય લાગે તેટલો સમય ઝળઝળું રહે છે.

હવે સૂર્યને  $૧૮^\circ$  ચાલતાં જે દેખાઇ તો કાળ લાગે છે, તે પૃથ્વી પરનાં જુદાં જુદાં સ્થળોમાં જુદો જુદો હોય છે, હિંદુસ્તાનમાં એ સમય દોઢ કલાકથી વધારે હોતો નથી. ઇંગ્લાંડમાં તે કાંઈ વાર આઠ કલાક લગી પહોંચે છે; પરંતુ ધ્રુવ આગળ તો કેટલાક દિવસ પર્યંત અને મહીનાના મહીના લગી એ લંબાય છે.

પ્ર૦ સૂર્યને  $૧૮^\circ$ ની દેખાઇતી ગતિ કરતાં જુદાં જુદાં સ્થળોમાં જુદો જુદો સમય લાગે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પૃથ્વી પોતાની ધરી ઉપરની ગતિમાં ૨૪ કલાકમાં એક આંટા ફરે છે, તેમાં એનો વિષુવવૃત્તવાળો પ્રદેશ ઘણો ગતિમાન હોય છે, અને ઉત્તર કે દક્ષિણ તરફનો ઓછો ગતિમાન હોય છે, વધારે ગતિવાળો પ્રદેશ પ્રકાશ દર્શક વર્તુળના  $૧૮^\circ$  માંથી વહેલો પસાર થઇ જાય છે, અને ઓછી ગતિવાળો પ્રદેશ મોડો પસાર થઈ શકે છે, આથી  $૧૮^\circ$  ની દેખાઇતી ગતિ કરવામાં જુદાં જુદાં સ્થળોમાં જુદો જુદો સમય લાગે છે \*વિષુવવૃત્ત ઉપર  $૧૮ \times ૪ = ૭૨$  મિનિટ લગી ઝળઝળું કહી શકે.

\* ઇંગ્લાંડ  $૫૧^\circ$  ઉત્તર અક્ષાંશ પર છે. ત્યાં લાંબામાં લાંબો દિવસ ૧૬ કલાકનો હોય છે તે પ્રસંગે ત્યાં આખી રાત ઝળઝળું રહે છે એ દિવસે સૂર્ય  $૨૩\frac{૧}{૨}$  અંશ ઉપર હોય છે, હવે શિરાબિંદુથી  $૯૦$  અંશે ક્ષિતિજ આવે અને તેની નીચે  $૧૮^\circ$  સૂર્ય જાય ત્યાં સુધી ફિરણો વાંકાં વળીને આવી શકે. માટે  $૯૦ + ૧૮ = ૧૦૮$  સૂર્ય જતા સુધી પ્રકાશ મળે હવે મધ્યરાત્રે સૂર્ય ક્ષિતિજ નીચે  $૯૦^\circ$  ઉપર હોય તેમાં ઇંગ્લાંડ  $૫૧^\circ$  ઉપર છે, જેથી પ્રકાશદર્શક વર્તુલ  $૯૦ - ૫૧ =$

પ્ર૦ સૂર્ય અને ચંદ્ર ક્ષિતિજની સમીપ હોય છે ત્યારે તે ચપટા દેખાય છે એનું કારણ શું ?

ઉ૦ વક્રીભવનને લીધે સૂર્યનો ઉપલો ભાગ નીચલા ભાગ કરતાં વધારે ઉંચો આવે છે તેથી વર્તુળાકાર ચપટો દેખાય છે.

પ્ર૦ સૂર્યાસ્ત સમયે આપણે તેની સામું જોઈ શકીએ છીએ, અને આંખે ઝાંઝવાં વળતાં નથી તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય ક્ષિતિજની સમીપ હોય છે, અને ક્ષિતિજ-માંના વાતાવરણનો થર આપણા માથા પરના આકાશમાંના વાતાવરણના થર કરતાં એટલો તો જડો અને ઘટ હોય છે કે તેમાં થઇને આવતાં પ્રકાશની તીવ્રતા ૧૩૦૦ ગણી ઓછી થાય છે. એ કારણથી સૂર્ય અસ્ત પામે છે, ત્યારે આપણે તેની સામું જોઈ શકીએ છીએ અને આંખે ઝાંઝવાં વળતાં નથી.

ધારોકે સૂર્યનાં ૧૦૦૦૦ કિરણો પૃથ્વીના પૃષ્ઠ પર પડે છે, તો તેમાંના માત્ર પાંચ સાત કિરણો આડી લીટીની પેઠે રહેલા થરોમાં થઇને આવશે. આમ પ્રકાશનાં કિરણોની તીવ્રતા ઘટી જાય છે. તેથી તેની સામું જોઈ શકાય છે.

પ્ર૦ આકાશી પદાર્થોની શોધખોળ માટેનાં નિરીક્ષાસ્થળો ઉંચાં ડુંગર-પર રાખે છે તેનું કારણ શું ?

૩૯ અંશ દૂર રહી જાય તેમ છતાં ૧૮° તો કિરણો વાંકા વળીને આવે એવો નિયમ છે, જેથી ૩૯°-૧૮°=૨૧° દૂર રહી જાય. અર્થાત્ ૫૧°વાળા લોકોને (ઇંગ્લાંડના લોકોને) સૂર્ય ૨૧° ઉત્તર અક્ષાંશ પર હોય ત્યારથીજ મધ્યરાત્રે પણ ઝળઝળું દેખાય પણ મોટામાંમોટો દિવસ હોય ત્યારે સૂર્ય ૨૩ા અંશ ઉપર હોય છે. માટે તે દિવસે તો આખી રાત સારી રીતે ઝળઝળું દેખી શકાય.

ઉં વાતાવરણના થરોમાં થઇને આવતાં પ્રકાશનો ધણો ભાગ ગુંમ થઇ જાય છે, તેથી સપાટ મેદાનમાંથી પુષ્કળ આકાશી પદાર્થો જોઇ શકાતા નથી, તેઓ ઉંચા સ્થળોમાંથી દેખી શકાય છે. તેથીજ તારાની શોધને માટે નિરીક્ષા સ્થળો ઉંચા ડુંગર પર રાખે છે. બાબીલનના પ્રાચીન લોકોએ પણ એજ હેતુથી ઉંચા મિનારા બાંધ્યા હતા.

પ્ર૦ મૃગજળ એટલે શું અને તે દેખાવાનું કારણ શું ?

ઉં ક્ષારભૂમિવાળા સપાટ મેદાન કે રણવાળા ગરમ પ્રદેશમાં દૂરથી જોતાં પાણી સરખો જે ભાસ દેખાય છે તેને મૃગજળ કે ઝાંઝવાનું પાણી કહે છે. એ પાણીથી મૃગ એટલે જંગલનાં પશુઓ છેતરાઇને પીવા માટે દોડી મરે છે તે ઉપરથી તેનું એવું નામ પડ્યું છે.

સાધારણ રીતે વાતાવરણના ઘટ થરો પૃથ્વીની સમીપ હોય છે. અને હલકા થરો ઉપર હોય છે; પરંતુ ગરમ પ્રદેશોમાં સપાટ ભોંયનું પૃષ્ઠ ઘણું તપે છે, ત્યારે તેના સંસર્ગમાં રહેલું વાતાવરણ પણ અતિશય તપી પાતળું થાય છે, અને તેથી સૌથી હલકા થરો સૌની નીચે હોય છે. એ કારણથી પદાર્થોમાંથી નીકળતા પ્રકાશનાં કિરણો ઓછા ઓછા ધાડા થરોમાં થઇને આવે છે, તેથી એક થરમાંથી બીજા થરમાં જતાં વધારે વધારે વાંકું વળી આખરે એક બિંદુએ ( ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ૪ પાસે ) આવી પરાવર્તન પામે છે. પછી કિરણ પાછું ઉંચું થઈ તેનું વક્રીભવન થાય છે, અને એ વક્રીભવન પામેલું કિરણ જોનારની આંખમાં પેસે છે. હવે જોનારની આંખમાં એ કિરણ બારોબાર પદાર્થ ઉપરથી આવેલું નથી, પણ જમીનના એક બિંદુ આગળથી પરાવર્તન પામીને આવેલું છે

તેથી જમીનની નીચેના બિંદુએથી જાણે નીકળ્યું હોય તેમ આંખમાં પેસે છે. હવે કિરણ જે દિશાએથી આવે તેની સીધી લીટીમાં પદાર્થ દેખાય એવો નિયમ છે, તેથી પાણીની સપાટીમાંથી પરાવર્તન પામ્યું હોય તેની પેઠે પદાર્થની ઉંધી છબી આપણને જણાય છે. એ કારણથી મૃગજળ દેખાય છે.

**પ્ર૦** મૃગજળના પ્રકાર લખો.

**ઉ૦** મૃગજળ એ પ્રકારનાં છે; (૧) સરોવર કે નદીને કાંઠે ઝાડ, પશુ, માણસ વગેરે હોય અને તેનો જેવો દેખાવ પાણીની અંદર દેખાય છે તેવો પૃથ્વીના ગરમ પૃષ્ઠ ઉપર દેખાવ જણાય છે, અને એવો દેખાવ સાધારણ રીતે જળાશય ઉપરજ હંમેશા આપણે જોઈએ છીએ, તેથી એ સ્થળે જળાશય હોવાનું અનુમાન થાય છે. એ એક પ્રકાર; (૨) દૂરના સ્થળનાં પ્રાણી, વનસ્પતિ, મકાનો વગેરેનો પડછાયો (પ્રતિબિંબ) વક્રીભવન પામીને રણવાળા પ્રદેશના જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર પડી ત્યાંથી વક્રીભવન પામી ઉંચે રહેલા વાતાવરણના ઘાડા થરો ઉપર તેની છાપ પડે, અને એ ઘટ થરો આગળથી (એ થરો કાળાં અપારદર્શક વાદળો જેવા અપારદર્શક હોય છે તેથી) પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં આવે છે તેથી પ્રાણી, ઝાડ, મકાનો વગેરે હવામાં અધર લટકતાં હોય તેમ ઉંધાં અને વખતે છતાં દેખાય છે.

**પ્ર૦** નેત્રપટ (રેટિના) પર પદાર્થની પડેલી છાપ (પદાર્થ આંખ આગળથી દૂર થયા પછી પણ) એક સેકંડના આઠમા ભાગ જેટલા વખત લગી રહે છે, એથી કયા કયા દેખાવો જણાય છે?

**ઉ૦** (૧) સળગતા કાંચલાને ઉતાવળે વર્તુલાકાર ફેરવીએ તો અગ્નિનો



વર્તુળ થએલો દેખાશે. કારણ કે કાચલાના એક સ્થળનો સંસ્કાર આખ પરથી ગયો ન હોય ત્યાં તો બીજા સ્થળનો સંસ્કાર પડે વળી તેનો સંસ્કાર દેખાતો બંધ થતા અગાઉ ત્રીજા સ્થળનો સંસ્કાર પડે એમ સર્વ સ્થળના અર્થાત આખા વર્તુળના સંસ્કાર સળંગ થવાથી વર્તુળાકાર દેખાય છે. ( એજ પ્રમાણે બીચેના પ્રયોગોનું સમજવું. )

( ૨ ) વરસાદનાં ઉતાવળે પડતાં દીપાં પાણીની હારબંધ પડતી ધારના આકારમાં દેખાય છે.

( ૩ ) ઉતાવળે ફરતા દાંતાવાળા પૈડાનો દરેક દાંતો બેઠ શકાતો નથી.

( ૪ ) ગોળ પત્તાને બે છેડે દોરી બાંધી તેને ઝડપથી ચક્કર ચક્કર ફેરવીએ છીએ, ત્યારે બંને બાજુઓ એક પછી એક વારાફરતી ઉતાવળે જતી દેખાય છે. જો પત્તાના એક છેડા પર પક્ષીનું અને એક છેડા પર પાંજરાનું ચિત્ર પાડ્યું હશે તો તે પત્તાને ઝડપથી ચક્કર ચક્કર ફેરવ્યાથી પક્ષીને પાંજરામાં પૂરેલું હોય એમ દેખાશે.

( ૫ ) ( અમુક રંગ, જેમકે રાતો અને લીલો, વાદળી અને નારંગી, એક એકની પુરવણી કરનારા રંગો છે. અર્થાત લીલાં કિરણ વાદળી અને પીળાં કિરણનું મિશ્રણ હોવાથી તેમને રાતાં કિરણોમાં ભેળવીએ તો ઘોળા પ્રકાશનો ભાસ થશે. એજ પ્રમાણે નારંગી રંગનાં કિરણો લાલ અને પીળાં કિરણોનું મિશ્રણ હોવાથી તેમને વાદળી રંગનાં કિરણોમાં ભેળીશું તો એવોજ ભાસ થશે. એ બાબત ધ્યાનમાં લઇને )

વસ્તુના આકારની છાપ જેમ નેત્રપટ ઉપર એક સેકંડના આઠમા ભાગ જેટલો વખત રહે છે તેમ રંગોનો સંસ્કાર પણ રહે

છે, તેથી એક વર્તુળના પેન્સિલે આંકી કેટલાક ભાગ કરીને દરેક ભાગ જુદા જુદા રંગથી ચીતર્યો હોય, અને તે વર્તુળને ઉતાવળે ગાળ ફેરવીએ તો ધોળા રંગનો વર્તુળ જણાશે, કેમકે સર્વ રંગનાં કિરણો એકી વખતે આંખમાં પેસશે, અને સાતે રંગનાં કિરણોથી ધોળો પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી સર્વ રંગની એક સામટી અસરથી વર્તુળનો રંગ ધોળો દેખાય છે.

પ્ર૦ ધોળા પ્રકાશમાં કયા કયા રંગનાં કિરણો સમાઈ જાય છે ?

ઉ૦ રાતો, નારંગી, પીળો, લીલો, વાદળી, નીલો અને જાંબુડો એવા સાત રંગનાં કિરણો સમાઈ જાય છે.

પ્ર૦ નેત્રપટ ઉપર પ્રકાશની પડેલી છાપ એક સેકંડના આઠમા ભાગ જેટલો વખત રહે છે. તે કારણથી પુરવણી કરનારા રંગોની શી અસર જણાય છે ? અથવા ખીજી રીતે કહીએ તો પુરવણી કરનારા રંગની અસર આંખ ઉપર કેવી થાય છે ?

ઉ૦ અમુક રંગની વસ્તુ આંખ થાકી જાય ત્યાં સુધી જોયા કરીએ, અને પછી આંખ ફેરવીને સફેદ કાગળ પર જોઈએ ત્યારે મૂળ વસ્તુના રંગનો સંસ્કાર આંખ ઉપર કાયમ રહેલો હોવાથી તે વસ્તુ પુરવણી કરનાર રંગની દેખાશે.

પ્ર૦ કાળી સપાટી ઉપર રાતી ચનોડી, રાતી ટીકડી વગેરે દ્રાવ્ય રંગીત વસ્તુ મૂકી આંખ થાકી જાય ત્યાં સુધી થોડી મિનિટ લગી તેને નિહાળીને જોયા કરશો, અને પછી આંખ ફેરવી સફેદ કાગળ પર નજર કરશો તો ચનોડી અથવા ટીકડીની કેવા રંગની પ્રતિમા દેખાશે અને તે શા કારણથી ? આ પ્રયોગમાં જે પ્રકાશના ચમત્કાર દેખાય છે તેનું વર્ણન કરો.

ઉં ચનોડી અથવા રાતી ટીકડીને કાળી સપાટી ઉપર મૂકેલી હોવાથી તે સપાટીમાં કાઠપણુ કિરણુ ન આવતાં માત્ર રાતાંજ કિરણુ આંખમાં આવશે. હવે થોડા વખત નિહાળ્યા કરવાથી અને પછી એકદમ આંખ ફેરવવાથી તેના સંસ્કાર જતા રહેશે નહિ, પણુ નિયમ પ્રમાણે વસ્તુ દષ્ટિ આગળથી ખસી જવા છતાં તેના સંસ્કાર એક સેકંડના આઠમા ભાગ જેટલા વખત લગી રહે છે. તેથી કાગળ સામું જોઈશું તો પણુ ટીકડી કે ચનોડીની પ્રતિમાજ જણાશે. પરંતુ રંગ ચનોડીનો પૂરક દેખાશે. હવે ચનોડી કે ટીકડી લાલ રંગની હોવાથી તે તેના પૂરક રંગની અર્થાત્ લીલા રંગની જણાશે.

પ્ર૦ ઉપરનાજ પ્રયોગમાં ટીકડી લીલા રંગની હોય તો તેની પ્રતિમા કેવા રંગની જણાશે ?

ઉં લીલા રંગનો પુરવણી કરનાર રંગ લાલ રંગ હોવાથી રાતા રંગની પ્રતિમા દેખાશે.

## પાઠ ૮૪. પ્રકાશના ચમત્કાર-ભાગ ૨.

### રંગો અને મેઘધનુષ્ય.

પ્ર૦ મેઘધનુષ્ય એટલે શું ?

ઉં વરસાદ વરસતો હોય અને જ્યારે સૂર્યનાં કિરણુ આવતાં હોય છે, ત્યારે તેનું વરસાદનાં ફેરામાં થઈને જતાં પૃથ્વરણુ થઈ જાય છે. પૃથ્વરણુ થયા પછી સાતે રંગનાં કિરણુનું અસમાન વક્રીભવન થાય છે. એ પૃથ્વરણુમાં લાલ રંગનાં કિરણુનું સૌથી ઓછું, નારંગી રંગનાં કિરણુનું તેથી વધારે, અને એજ

પ્રમાણે દરેક કિરણનું વધારે વધારે વક્રીભવન થઇ જાંશુડા રંગનાં કિરણોનું સૌથી વધારે વક્રીભવન થઇ સાતે રંગનો પટો કાળાં અપારદર્શક વાદળાં ઉપર પડે છે, ત્યાંથી પરાવર્તન પામી પૃથ્વી તરફ આવે છે, અને કમાનનો આકાર ધારણ કરે છે. તેને મેઘધનુષ્ય કે ઈન્દ્રધનુષ્ય કહે છે.

પ્ર૦ મેઘધનુષ્ય કમાનને આકારે શાથી દેખાય છે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ગોળ છે, તેના ઉપરનો વાતાવરણનો અને વાદળાંનો ઘેર પણ ગોળ છે, તેથી વાદળાં ઉપર પડેલો મેઘ ધનુષ્યના સાત રંગનો પટો કમાન આકારે દેખાય છે.

પ્ર૦ મેઘધનુષ્ય કયારે દેખાય છે ?

ઉ૦ વરસાદ વરસતો હોય અને પ્રકાશ આવતો હોય ત્યારે, આપણે અહીં ના વરસતો હોય પરંતુ ખીન્ને ગમે તે સ્થળે વરસતો હોય તોપણ એ દેખાવ થઇ શકે છે.

પ્ર૦ મેઘધનુષ્ય કઇ દિશાએ થાય છે ?

ઉ૦ જ્યોર પહેલાં સૂર્યનાં કિરણો પૂર્વ દિશાએથી આવતાં હોય છે, તેથી પશ્ચિમ તરફનાં વાદળાં ઉપર પટો પડે છે, અને એથી ઉલટું જ્યોર પછી કિરણો પશ્ચિમ તરફથી આવે છે, તેથી મેઘધનુષ્યનો પટો પૂર્વ તરફનાં વાદળાં ઉપર પડે છે.

પ્ર૦ વરસાદ વરસતો હોય, અને સૂર્યનાં કિરણો આવતાં હોય છતાં મેઘધનુષ્ય કયારે ન થાય ?

ઉ૦ જ્યોરને વખતે કિરણો લંબરૂપે પડે છે, તેથી પૃથ્વરણ થઇને લાગલાં પૃથ્વી ઉપરજ આવે છે, તેથી એ પ્રસંગે પટો દેખાતો નથી.

પ્ર૦ મેઘધનુષ્યના દેખાવનું કારણ શું ?

ઉં જુદી જુદી ધાડાઈના પારદર્શક પદાર્થમાં થઇને સૂર્યનાં અથવા બીજા કોઇપણ અતિશય ઉજ્જ્વળ પદાર્થનાં કિરણો જાય છે, ત્યારે તેનું વક્રીભવન થવા ઉપરાંત એ પદાર્થને વિખુટા પાડનારી સપાટી આગળથી પૃથક્કરણ થઈ જાય છે. પૃથક્કરણ થયા પછી ધોળા પ્રકાશ બનાવનારાં ભિન્ન ભિન્ન મોજાં અથવા ભિન્ન ભિન્ન રંગનાં કિરણોનું અસમાન વક્રીભવન થવાથી તેનું પ્રસરણ થાય છે. અર્થાત્ ધોળા પ્રકાશનાં સાતે રંગનાં કિરણો છૂટા પડી વાદળાં ઉપર ક્રમાનુસાર આકાર ધારણ કરે છે તેથી મેઘધનુષ્યનો દેખાવ થાય છે.

પ્ર૦ “ સ્પેક્ટ્રમના રંગો ” એટલે શું ?

ઉં ત્રિકોણાકાર પાસાવાળા કાચમાં થઇને સૂર્યનાં કિરણોને જવા દઇએ તો કાચમાંથી બહાર નીકળતાં તેનું પૃથક્કરણ થઈ જાય છે, અને એ પ્રમાણે પૃથક્કરણ થયા પછી ભિન્ન ભિન્ન રંગના કિરણોનું ભિન્ન ભિન્ન વક્રીભવન થાય છે. લાલ રંગનાં કિરણોનું સૌથી ઓછું, નારંગી રંગનાં કિરણોનું તેથી વધારે, પીળા રંગનાં કિરણોનું તેનાથી પણ વધારે વક્રીભવન થાય છે, અને એજ પ્રમાણે જાંબુડા રંગનાં કિરણોનું સર્વથી વધારે વક્રીભવન થાય છે. એ કિરણોને એક પડદા ઉપર પડવા દઇએ તો પડદા પર સાત રંગનો પટો પડેલો દેખાશે. આ પટાને સ્પેક્ટ્રમ કહે છે. એ પ્રકાશિત પટામાં રાતો, નારંગી, પીળો, લીલો, વાદળી, નીલો અને જાંબુડો એવા સાત રંગ હજીવે હજીવે એક એકમાં ભળી જતા દેખાય છે. એ રંગો હંમેશાં એજ ક્રમમાં હોય છે, અને તે સ્પેક્ટ્રમના સાત રંગ કહેવાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોને લગતી કઇ શોધ ન્યુટને કરી છે ?

ઉ૦ ઘોળો પ્રકાશ સાત જાતનાં રંગીત કિરણોનો બનેલો છે, એ બાબત પ્રયોગદ્વારા ( પાસાવાળા કાચમાં થઈ કિરણોને જવા દઈ ) સને ૧૭૦૦ પ્રથમ ન્યૂટને દર્શાવી છે. વળી રંગના પ્રત્યેક પટામાંનાં કિરણોને ખીજ પાસાવાળા કાચમાં થઈને જવા દઈ તેને સાખીત કર્યું છે કે એ રંગો સાદા હોઈ તેમનું વિશેષ પૃથક્કરણ થઈ શકતું નથી.

ત્રિપાસા કાચને ઊંઘો રાખી તેમાં એ સાતે રંગનાં કિરણો જવા દીધાથી સફેદ પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે. એ ખીના પણ પ્રયોગ વડે સાખીત કરી છે. એ બાબત દર્શાવવા માટે તેણે એક રંગીત તકતો બનાવ્યો છે. મધ્યબિંદુની આસપાસ એ તકતાને ઉતાવળે ફેરવ્યાથી સાતે રંગ અદશ્ય થઈ રાખેડી રંગ દેખાય છે. ઉતાવળી ગતિને લીધે બધા રંગ એકાકાર થઈ જાય છે, અને જુદા જુદા રંગનાં કિરણો એકી વખતે આંખમાં આવ્યાથી જેવી અસર થાય તેવીજ તેની અસર થાય છે.

પ્ર૦ પદાર્થો દેખાવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ પદાર્થો ઉપરથી ( પદાર્થ સ્વપ્રકાશ હોયતો તેનાં પોતાનાં કિરણો આવવાથી અને પર પ્રકાશક હોયતો કાંઈ અન્ય પ્રકાશિત પદાર્થનાં કિરણો તેના ઉપર પડી, તેના ઉપરથી પરાવર્તન પામીને ) જે કિરણો આવે છે તેને લીધે પદાર્થ દેખાય છે.

પ્ર૦ પદાર્થો જુદા જુદા રંગના દેખાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પદાર્થો ઉપર સૂર્યનાં જે કિરણો પડે છે, તેમાંનાં કેટલાંક તેમાં શોષાઈ જાય છે, અને કેટલાંક પાછાં ફેંકાય છે, જે કિરણો પાછાં ફેંકાય છે તે પ્રમાણે તેનો રંગ દેખાય છે.

પ્ર૦ કાઠ પદાર્થ ઘોળા દેખાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થ સૂર્યનાં લગભગ બધાં કિરણો પાછાં ફેંકે છે તે ઘોળા દેખાય છે. ( લગભગ કહેવાનું કારણ ફેટલાંક કિરણો તેમાં શોષાઈ જાય છે, અને ફેટલાંક પૃથ્વી અસમાનતાને લીધે વિખરાઈ જાય છે. )

પ્ર૦ કાઠપણુ પદાર્થ કાળા દેખાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ કાળા પદાર્થો લગભગ બધાં કિરણોનું શોષણ કરે છે, તેમાંથી એક પણ રંગનાં કિરણ પાછાં ફેંકતાં નથી. તેથી આનુબાનુના પદાર્થોને મુકાબલે તે કાળા દેખાય છે. ( લગભગ કહેવાનું કારણ એ કે એવા પદાર્થો ઘણાંજ ઓછાં કિરણોને પાછાં ફેંકે છે. એ ફેંકાયલાં કિરણોને લીધેજ એવા પદાર્થો જોઈ શકાય છે. જો કિરણો બીલકુલ પાછાં ફેંકતાં ન હોય તો તે પદાર્થો જોઈ શકાયજ નહિ. )

પ્ર૦ કાઠ પદાર્થ લીલા દેખાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થને આપણે જેવા રંગનો જોઈએ છીએ તેજ રંગનાં કિરણો પાછાં ફેંકે છે અને બાકીનાં તેમાં શોષાય છે. લીલા રંગનો પદાર્થ દેખાય તેનો અર્થ એ કે તે લીલાં કિરણોને અર્થાત્ વાદળી અને પીળાંના મિશ્ર રૂપને પાછાં ફેંકે છે, માટે તેની અંદર લાલ રંગનાં કિરણો શોષાઈ જાય છે એમ સાબીત થયું. વળી એજ પ્રમાણે કાઠ પદાર્થ રાતો દેખાય તો સમજવું કે તેણે સફેદ પ્રકાશમાંથી રાતા સિરાયનાં અર્થાત્ પીળાં અને વાદળી ( એટલે લીલાં ) કિરણો શોષી લીધાં; અને જે પદાર્થ નારંગી દેખાય તેણે નારંગી એટલે લાલ અને પીળાં કિરણો

પાછા ફેંક્યાં માટે વાદળી કિરણો શોધી લીધાં, એજ પ્રમાણે બીજા સર્વ રંગોનું સમજવું.

ટીપ—અમુક પદાર્થ કેવા રંગનો દેખાશે, તે જાણવા માટે પ્રથમ તો તેને કયા રંગનાં કિરણો મળે છે, અને તે કયાં કિરણોને પાછાં ફેંકે છે એ બે બાબતો લક્ષમાં લેવી જોઈએ.

કાર્ષ પદાર્થ લીલો કહ્યો તેનો અર્થ એવો કે તે લીલાં કિરણોને પાછાં ફેંકે છે. તેજ પ્રમાણે કાઠને ઘોળો કહ્યો એટલે સમજવું કે તે બધાં કિરણોને પાછાં ફેંકે છે.

પ્ર૦ પારદર્શક પદાર્થોનો રંગ શાથી જાણાય છે?

ઉ૦ પારદર્શક પદાર્થોમાં થઈને કિરણો આવે છે તેથી તેમના રંગ દેખાય છે. પીળો કાચ પીળો દેખાવાનું કારણ એજ કે તેમાંથી પીળાં કિરણો આપણી આંખમાં આવે છે, અને બાકીનાં બધાં કિરણો શોષાઈ જાય છે.

પ્ર૦ શોષાઈ ગએલાં કિરણો શું કાર્ય કરે છે?

ઉ૦ શોષાઈ ગએલાં કિરણો રૂપાંતર પામીને પદાર્થને ગરમ કરે છે, ટુલાવે છે, અને બીજા કાઠપણુ પ્રકારની રસાયની અંચળતા ઉત્પન્ન કરે છે. અર્થાત્ કિરણોનું રૂપાંતર થઈ જાય છે.

પ્ર૦ રાતા ગુલાબ ઉપર લીલો પ્રકાશ પડે તો તે કેવું દેખાય ?

ઉ૦ ( અહીં ધ્યાનમાં રાખવું કે સફેદ પ્રકાશમાં આપણે જોઈએ ત્યારે હંમેશાં જો રાતું દેખાય છે તે ગુલાબ પર માત્ર લીલો પ્રકાશજ પડે છે.) ગુલાબ માત્ર રાતાં કિરણોને પાછાં ફેંકવાના ગુણવાળું છે; પરંતુ તેને મળનારાં લીલાં ( પીળાં + વાદળી ) કિરણોમાં તો તેનો અભાવ છે, તેથી તે કાઠપણુ કિરણોને પાછાં ફેંકી શકશે નહિ, અર્થાત્ તે કાળું દેખાશે.



પ્ર૦ રાતા પ્રકાશમાં વાદળી શીતનો રંગ કેવો દેખાય?

ઉ૦ વાદળી શીત પોતાને મળેલાં કિરણો પૈકી માત્ર વાદળી કિરણોને પાછા ફેંકે છે; પરંતુ તેને તો માત્ર રાતો પ્રકાશ મળે છે, તેનો શોષી લે, એટલે તે પણ કાળીજ દેખાશે.

પ્ર૦ ધોળો કાગળ નારંગી પ્રકાશમાં કેવો દેખાશે?

ઉ૦ ધોળો કાગળ બધાં કિરણો પાછા ફેંકવાના ગુણવાળો છે, તેથી મળેલાં નારંગી કિરણો પાછાં ફેંકવાથી નારંગી દેખાશે.

નોટ—ધોળો પદાર્થ તેના ઉપર જેવો પ્રકાશ પડશે તેવોજ દેખાશે, અને કાળો પદાર્થ ગમે તેવાં કિરણો પડશે તોપણ કાળોજ દેખાશે; કેમકે ધોળો પદાર્થ મળેલાં સર્વ કિરણોને પાછાં ફેંકે છે ત્યારે કાળો પદાર્થ મળતાં સર્વ કિરણોનું શોષણ કરે છે.

## પાઠ ૮૫. વીજળીના તારનું યંત્ર.

નોટ—કાચના સળીઆને રેશમ સાથે ધસવાથી અને લાખના સળી-આને ઊન કે બિલાડીના ચામડા સાથે ધસવાથી ઉત્પન્ન થતી વિદ્યુત્ ધર્ષણવિદ્યુત્ કહેવાય છે. એ વિદ્યુત્ બળવાન છે, પણ તેનો પ્રવાહ ચાલુ રહેતો નથી, તેથી ફેટલીક યુક્તિઓ કરી ચાલુ કે વહેતી વિદ્યુત્ શોધી કાઢવામાં આવી છે. એ વિદ્યુત્ ફેટલાક પદાર્થોના રસાયની સંયોગથી ઉત્પન્ન થાય છે એથી એને રસાયની વિદ્યુત્ કહેવામાં આજે છે. ધર્ષણવિદ્યુત્ને લગતી હકીકત છટ્ટી ચોપડીમાં આપવામાં આવી છે. આ પાઠમાં તો તારયંત્રમાં વપરાતી રસાયની વિદ્યુત્ને લગતી હકીકત આપવામાં આવી છે. એ બાબત ખાસ ધ્યાનમાં રાખવી.

દુનીઆના બધા પદાર્થોમાં પોઝિટિવ અને નેગેટિવ એ બંને વિદ્યુતો મિશ્ર સ્વરૂપે રહેલી છે, પરંતુ એમને ધર્ષણથી કે રસાયન વ્યાપારથી છુટી પાડવામાં આવે છે, ત્યારેજ તેની શક્તિ જાણવામાં આવે છે. છુટી પડેલી વિદ્યુત એ વિરૂદ્ધ જાતની હોવાથી એકમેકને આકર્ષે છે, અને એક જાતની હોય તો એક બીજાથી દૂર ખસે છે, એ સર્વ બાબતોને આ પાઠમાં આપેલી હકીકત સાથે કંઈ સંબંધ નથી. તેથી અહીં તેનું વિસ્તારથી વિવેચન કર્યું નથી. તેમજ આકાશમાં વિદ્યુત ક્યાંથી આવે છે, વિદ્યુતના ચમકારા સાથે થાય છે, પૃથ્વી ઉપર વિજળી કેમ પડે છે, એ વગેરે બાબતો પણ આ પાઠમાં ચર્ચા નથી.

પ્ર૦ વિદ્યુત કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉ૦ ધર્ષણવિદ્યુત અને રસાયની વિદ્યુત.

પ્ર૦ એ બંને વિદ્યુતમાં શો ભેદ છે ?

ઉ૦ ધર્ષણવિદ્યુત બળવાન છે તથાપિ એનો પ્રવાહ અખંડ વહેતો નથી, અને રસાયની વિદ્યુતનો પ્રવાહ અખંડ વહે છે.

પ્ર૦ રસાયની વિદ્યુતનો શો ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ એની મદદથી તારના સંદેશ મોકલવામાં આવે છે, દીવા થાય છે, પાણીનું પૃથક્કરણ થાય છે, દારૂ સળગાવાય છે, સુરંગ ફોડવામાં કામ લાગે છે, સોના રૂપાનો ઢોળ ચઢાવાય છે, સંચા ચાલે છે, શરીરની કેટલીક દાકતરી તપાસમાં અપ લાગે છે વગેરે અનેક રીતે તેને ઉપયોગમાં લેવાય છે.

પ્ર૦ આ જાતની વિદ્યુતની શોધ કરનાર કોણ ?

ઉ૦ ગિલ્બર્ટ, વાલ્ટા અને ગ્રાવ એ વિદ્વાનો એના શોધક છે.

૫૦ રસાયન વ્યાપારથી ઉત્પન્ન થએલી એટલે વહેતી વિદ્યુત્ ઉત્પન્ન કરવાની કાંઈ સાદી રીતનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ચિનાઈ માટીના વાસણને તળીએ મોરથુથુના જડા ભુકાનો થર પાથરી તે ઉપર તાંબાનું પતરું મૂકે છે, પછી તે ઉપર રેતી અથવા લાકડાના વહેરનો થર પાથરી બધું વાસણ ગંધકનો તેજ્ય મેળવેલા પાણીથી ભરી દે છે, અને મથાળે જસતની તકતી મૂકે છે, તે તાંબાના પતરાને તથા જસતની તકતીને રેશમ વીંટાળેલો તાંબાનો તાર લગાડેલો હોય છે. જે વાસણમાં આવી ગોઠવણ કરેલી હોય છે તેને પાત્ર (વિદ્યુત્પાત્ર) કહે છે. એવાં ધણાં પાત્ર મળીને બેટરિ થાય છે. જ્યારે તાંબાના પતરા ઉપરના અને જસતની તકતી ઉપરના તારના છુટા રાખેલા છેડા જોડી દે છે, ત્યારે વિદ્યુતને વહેવાનો માર્ગ મળે છે, અને પાત્રમાં રસાયન વ્યાપાર ચાલવાથી તારમાં થઈને વીજળીનો પ્રવાહ જાય છે. હવે તારના બંને છેડા એક એકથી થોડે છોટ આપણી જીભ ઉપર મૂકીશું તો પણ પ્રવાહ બંધ પડશે નહિ, કારણ કે જીભ વિદ્યુત્વાહક છે, તેથી તેમાં થઈને વિદ્યુત વહેશે, અને તેથી આપણને ખાટો સ્વાદ લાગી હળવેથી કંઈ ભોકાતું હોય એમ લાગે છે. એ ઉપરથી સમજાય છે કે તારને પ્રત્યક્ષ ન જોડી દેતાં વચમાં કાંઈ પણ વિદ્યુદ્વાહક પદાર્થ મૂકીને જોડી દેવામાં આવે તો પણ વિદ્યુત્ સરળતાથી વહન કરી શકે છે. આપણે તારને પ્રત્યક્ષ અથવા વિદ્યુદ્વાહક પદાર્થ વડે જોડી દેવામાં આવે એટલે પ્રવાહ ચાલુ થાય છે, ત્યારે બેટરિ બંધ થઈ કહેવાય છે, અને એ પ્રમાણે તાર જોડવામાં આવેલા હોતા નથી લાં સુધી બેટરિ ખુદ્દી કહેવાય છે.

પ્ર૦ વહેતીવિદ્યુત્ ઉત્પન્ન કરવાની ખીજ રીતોમાં શે તફાવત છે ?

ઉ૦ ખીજ બેટરિઓની રચનામાં ભેદ હોય છે, પરંતુ સર્વમાં એકજ તત્ત્વ સમાયલું છે. શોષકના નામ ઉપરથી ગ્રોવની બેટરિ, વાલ્ટા બેટરિ એમ જુદાં જુદાં નામ આપવામાં આવ્યાં છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત્તારયંત્ર કયા મૂળતત્ત્વને આધારે ચાલે છે ?

ઉ૦ વિદ્યુત્તારયંત્રમાં વિદ્યુતના પ્રવાહની મદદથી બનાવેલું લોહચુંબક હોય છે, તેને વિદ્યુત્લોહચુંબક કહે છે. એ લોહચુંબકને તાંબાનો તાર વીંટાળેલો હોય તે તારના બંને છેડા બેટરિના બંને તાર સાથે જોડી દેવામાં આવે છે, એટલે વિદ્યુત્પ્રવાહ ચાલુ થયે વિદ્યુત્ લોહચુંબકની ઉપર થોડે ઉંચે રાખેલું એક લોહાનું ઉચ્ચાલન ખેંચાઈને ટીક્ટીક અવાજ થાય છે અને પ્રવાહનો સંબંધ તોડી નાખવામાં આવે છે ત્યારે ઉચ્ચાલન ઉંચું જતું રહે છે. હવે એક ટેબલ પર બેટરિ અને ખીજ ટેબલ પર ગમે તેટલે દૂર વિદ્યુત્ લોહચુંબક મૂકવામાં આવે અને તેમને તારનાં દોરડાં વડે જોડવામાં આવે છે, તો પણ વિદ્યુત્ લોહચુંબક વડે ટીક્ટીક અવાજ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, અને બેટરિના તારનો વિદ્યુત્ લોહચુંબક ઉપરના તાર સાથેનો સંબંધ ઓછાવતો કરી તથા એ ટીક્ટીક અવાજની અમુક સંજ્ઞાઓ ઠરાવી મનમાનતી જગાએ સંદેશ મોકલી શકાય છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત્લોહચુંબકને સ્થાને અગાઉ શી ગોઠવણ કરવામાં આવી હતી ?

ઉ૦ લોહચુંબક ગુણવાળી સોય જે હંમેશા ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે, એ સોયની નજીક બેટરિનો તાર લાવવાથી તેને કાટખુણે આવે છે. વધારે ખારીક નિરીક્ષા કરવાથી જણાશે કે સોયનું એવું ઉત્ક્રમણ

( કરવું ) બરાબર અને અમુક નિયમો પ્રમાણે જ થાય છે. વિદ્યુતના પ્રવાહથી સોયમાં થતા આવા ઉત્ક્રમણને લીધે સોયવાળા તારનાં યંત્રો અગાઉ બનાવવામાં આવતાં, પણ હાલ તેને બદલે વિદ્યુત લોહચુંબકનાં તારનાં યંત્રો બનાવે છે.

૩૦ વિદ્યુત લોહચુંબક બનાવવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ નરમ લોહાનો ગજ લઈ તેની આસપાસ છેડા દૂર રાખી લાખો વિદ્યુતવાહક તાંબાનો તાર વીંટાળો. તેની આગળ લોહાનો લુકા ધરવાથી તે ખેંચાતો નથી. હવે બેટરિના બંને છેડા ગજ પર વીંટાળેલા તારના બેઉ છેડા સાથે જોડી દેવાથી લુકા આકર્ષાય છે. તેથી ગજમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવ્યો હોય એવું જણાય છે. બેટરિના છેડાનો સંબંધ તોડી નાખવાથી ગજમાં આવેલો લોહચુંબક ગુણ જતો રહી લુકા નીચે ખરી પડશે. રહી રહીને વિદ્યુત પ્રવાહ જવાથી નરમ લોહામાં થોડા સમય લગી લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે. એ રીતે વિદ્યુત લોહચુંબક બને છે. આવા વિદ્યુત લોહચુંબકનો ઉપયોગ કરી મોર્સ નામે એક શોધક તારયંત્ર બનાવ્યું છે તે હાલ કેટલેક ઠેકાણે વપરાય છે.

૩૦ હાલમાં વપરાતા મોર્સ સાહેબે બનાવેલા તારયંત્રની રચના સમજાવો.

ઉ૦ પાણીની આકૃતિમાં ગરગડી જેવા દેખાતા ( અહીં પાઠમાં આપેલું ચિત્ર પાસે રાખીને આ સમજાવતી વાંચવી. એ ચિત્રમાં એક સુધારો એ કરી લેવો કે લોહચુંબક ઉપર વીંટાળેલા તારના બે છુટા છેડાઓમાંનો ઉપરનો ગ સાથે અને નીચેનો હ સાથે પેનસીલ વડે જોડી દેવો. એ જોડનારી લીટીઓ ધરીને છેદીને આલ્યા જાય તેમ દોરવાને અડચણ નથી. આમ કરવાથી સારી

રીતે સમજાવે જશે કે ગ કળ દબાવાથી લોહચુંબકમાંથી આવતો તાર અને બેટરિમાંથી આવતો અ તાર અરસ્પરસ મળે છે, અને તેથી પ્રવાહ ચાલુ થાય છે, પરંતુ એ કળનું બટન મૂકી દેવાથી તાર એક બીજા ઉપર પરંતુ થોડે અંતર રહે છે, તેથી પ્રવાહ ચાલતો નથી. ).

ક વિદ્યુત્ લોહચુંબકને લાકડાના પાટીઆમાં જડી લઈ તેને વીંટાળેલા તાંબાના તારના છુટા રાખેલા છેડા બે સ્ક્રુ અથવા પેચ ગ અને હની નોડે વળગાડેલા છે. એ લોહચુંબક ઉપર એક ઉચ્ચાલન છે. તે એક ધરી પર જડી લીધેલું છે, અને તેનો છેડો નરમ લોઢાના મ હાથમાં ગએલો છે. એથી લોહચુંબકમાં વીજળીનો પ્રવાહ જાય છે, સારે હાથે ખેંચાઈ ટીક્ટીક અવાજ થાય છે, અને પ્રવાહ જતો નથી સારે હાથાને લ પેચ જેટલો ઉંચો થવા દે છે, તેટલો ઇ ચાંપ તેને ઉંચો કરે છે.

હવે એક ટેબલ પર પાત્ર મૂકો, અને બીજા ટેબલ પર વિદ્યુત્-લોહચુંબક મૂકો. જસતવાળા તારના છેડાને રેશમ વીંટાળેલા અ તાર વડે હ પેચ સાથે જોડી દો, અને રેશમ વીંટાળેલો તાંબાનો અ તાર પાત્ર ઉપરના પેચ નોડે વળગાડો. પછી અ તારના ( અર્થાત્ પાત્રમાંના તાંબાના પતરા સાથે સંબંધ રાખતા તારના ) બીજા છેડાને પાસે રાખેલી ગ કળ (કી) સાથે એવી રીતે જોડો, કે જ્યારે કળનું બટન દબાય સારે બેટરિના તાંબાના તારના છેડા નોડે કળની ખીલીનો સંસર્ગ થાય. કળનું બટન દબાવવાથી બેટરિ અંધ થાય છે. વીજળીનો પ્રવાહ તારમાં જાય છે, એટલે લોહચુંબક વડે હાથે નીચે ખેંચાઈ ઉચ્ચાલન

સાથે અથડાવાથી ટીક્ટીક અવાજ થાય છે. બટન છોડી દીધાથી તે ઉંચે ચઢે છે, અને કળનો પાત્ર સાથેનો સંબંધ બંધ પડે છે. એથી વીજળીનો પ્રવાહ બંધ પડે છે, અને હાથાને લોહચુંબક છોડી દે છે, તથા ચાંપ તેને ઉંચો કરે છે.

**પ્ર૦** તારયંત્રનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરી શકાય છે ?

**ઉ૦** યંત્ર ચલાવનારો માણસ એક ટેબલ પર જે પ્રમાણે કળ દબાવે છે એથી આ યંત્ર વડે બીજા ટેબલ પર લાંબા અને ટુંકા ટીક ટીક અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે. એ ટીક ટીક અવાજની અમુક સંજ્ઞાઓ નક્કી કરેલી હોય છે. આમ એવી સંજ્ઞાઓ દ્વારા સંદેશો એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે મોકલી શકાય છે. બેટરિનું બળ વધારીને, અને કળને લાંબાવીને એટલે બે ટેબલને જોડનાર તારનાં લાંબાં દોરડાં નાખી એમાંના એક ટેબલને ગમે તેટલે અંતરે રાખી શકાય છે, અને સંદેશો મોકલી શકાય છે. અ અથવા પાછો આવતો તાર કાઢી નાખી પૃથ્વીનો ઉપયોગ કરી પ્રવાહનો માર્ગ પૂર્ણ કરી શકાય. આ ગોઠવણુ વડે હમણાં એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે સંદેશો મોકલવામાં આવે છે. વિદ્યુત્ અવાહક ચિનાઈ ખ્યાલાને ચાંબલા પર ટેકવી તે પર થઇને એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે રસ્તા પર તારનાં દોરડાં નાખેલાં હોય છે.

**પ્ર૦** વીજળી ઉત્પન્ન કરવાનાં સાધનો ગણાવો.

**ઉ૦** કાચનો સળીઓ અને રેશમ અથવા લાખનો સળીઓ અને જીન કે બિલાડીનું ચામડું—એ ધર્ષણ વીજળી ઉત્પન્ન કરવાનાં સાધનો છે; અને ચિનાઈ માટીનું ખ્યાલા જેવું વાસણ, મોરચુથુ, તાંબાનું પતર, જળમિશ્રત ગંધકનો તેળખ, જસતની તકતી, રેતી

કે વહેર, અને રેશમ વીંટાળેલા તાંબાના તાર-એટલા સાધનો રસાયની વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં અવશ્યનાં છે.

પ્ર૦ વીજળીની શોધખોળથી થએલા લાભાલાભ સમજાવો.

ઉ૦ આકાશ માંની વીજળી પૃથ્વીમાંની વીજળીના સંસર્ગમાં આવે છે, ત્યારે આપણે વીજળી પડી એમ કહીએ છીએ. વીજળી પડે છે, ત્યારે મકાનો, પ્રાણીઓ, ઝાડ સર્વનો નાશ કરી મૂકે છે, અને જમીનમાં ઉતરી જાય છે. એ વીજળીને સરળ વહનમાર્ગ મળે તેવો રસ્તો કરી આપવા માટે મકાનોની દીવાલોમાં તાંબાની પહોળા પટ્ટી જડી લેવામાં આવે છે, અને એ પટ્ટીને જમીનમાં જોડે સુધી ઉતારેલી હોય છે, તથા છાપરા ઉપર એક અણીદાર ધાતુના સળીઆ સાથે તેને જોડેલી હોય છે. આથી આકાશી વિદ્યુત મેળવાળી ઋતુમાં વાતાવરણ વાહક બનવાથી નીચે આવી પોતાનાથી વિરુદ્ધ જાતની પોઝિટિવને આકર્ષે છે. તે પ્રસંગે જમીનમાંથી ખેંચાઈને અણીદાર સળીઆમાં એ વીજળી ધસી આવે છે, અને આકાશી વીજળીને મળી જઈ હવામાં ફેલાઈ જાય છે. કેમકે અસ્પર્શ સમજા પછી તેની શક્તિ નાશ પામે છે. ( શોધખોળ કરતાં વિદ્વાનોએ એમ સિદ્ધ કર્યું છે કે આકાશમાંના વાદળોમાં ધણેભાગે નેગેટિવ વિદ્યુત રહેલી છે. પોઝિટિવ વિદ્યુત જમીનના સંસર્ગમાંજ રહે છે. અને વાદળોમાં ક્વચિત્ પોઝિટિવ વિદ્યુત હોય છે તો તે વિદ્યુતવાળાં વાદળો નીચે રહે છે. આમ બે વિરુદ્ધ જાતની વિદ્યુતવાળાં વાદળો ખેંચાઈ આવે છે અને એ વિદ્યુતો મળવાથી ચમકારો થાય છે.) આમ આકાશી વીજળીના શોધથી મકાનોનો નાશ થતો અટકાવવા સળીઆ રાખવાની યુક્તિ શોધાઈ છે. વળી રસા-



યની વિદ્યુતના શોધ પછી તેની મદદથી તાર મારફતે સંદેશા મોકલાય છે, તેથી વેપારરોજગારને મોટો ફાયદો થયો છે. વળી હાલમાં તારનાં દોરડાં વગર સંદેશા મોકલવાની યુક્તિનો ફતેહમંદ રીતે ઉપયોગ થવા લાગ્યો છે. લડાઈ પ્રસંગે એવી રીતે સંદેશા મોકલવાની કળાથી એહદ લાલ થાય છે. એ પદ્ધતિમાં અવકાશમાં વીજળીનાં મોજાં દ્વારાજ સંદેશા પહોંચાડવામાં આવે છે. દ્રામ, મોટર, સંચા વગેરે ચલાવવામાં, રોશની કરવામાં, રસોઈ કરવામાં વગેરે અનેક રીતે તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વળી શરીરની અંદરની રચના તપાસવામાં, તેમાંના કહોતા, સડતા અવયવો તપાસવામાં, ગોળી વગેરે શસ્ત્રો શરીરમાંથી શોધી કાઢવામાં વીજળીનાં કિરણોનો (રેન્ટગનનાં અગ્નિ કિરણોનો) ઉપયોગ કરવાનું શોધાયાથી દાક્તરી શોધમાં પણ અનેક તરેહના લાલ થાય છે.

**પ્ર૦** વાયર્લેસ ટેલિગ્રાફી ( તાર વગર વિદ્યુત સંદેશાઓ મોકલવાની વિદ્યા )ની માહિતી આપો.

**ઉ૦** અર્વાચીન સમયના સર્વ ચમત્કારલરેલા શોધોમાં આ શોધ પ્રથમ દરજ્જે ભોગવે છે. વિદ્યુતની મદદથી સંદેશા મોકલવામાં આવે છે તેમાં મુખ્ય તત્ત્વ એ છે કે વિદ્યુત પ્રવાહને અમુક સાધન દ્વારા માર્ગ આપવો. અત્યાર સુધી વિદ્યુત સંદેશાઓ તારના સાધન દ્વારા મોકલવામાં આવતા હતા. પરંતુ આમાં વિદ્યુતને વહેવાનો માર્ગ \* આકાશદ્વારા પુરો પાડ્યો છે.

\* હવાથી પણ વધારે સૂક્ષ્મ અને દુનીઆના દરેક પરમાણુમાં વ્યાપેલું છે, તે અંગ્રેજીમાં Ether કહેવાય છે, અને પ્રાચીન સંસ્કૃત ગ્રંથોમાં આકાશ તરીકે વર્ણવવામાં આવ્યું છે. આપણે એને ઈથર નામેજ ઓળખીશું.

આ શોધ સર્વથી પહેલી દુનીયાની જાણમાં લાવવાનું અને તેના સિદ્ધાંત પ્રતિપાદન કરવાનું અપૂર્વ માનુ વિશ્વવિખ્યાત વિજ્ઞાનશાસ્ત્રી માર્કોનિને ઘટે છે. ઇ. સ. ૧૮૯૮ માં પ્રથમ ઇંગ્લાંડમાં તેના પ્રયોગ કર્યા હતા. તે અગાઉ એ વિષય ઉપર ફરેડે, હર્દેઝ, પ્રાઈસ, અને લોન્-એ વિકાનોએ પણ પ્રયોગ કર્યા હતા.

આ પદ્ધતિમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાનું ( ટ્રાન્સમિટર ) યંત્ર હોય છે. તેમાં ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુત ઇથરદ્વારા ' મોન્ડ ' રૂપે અતિ ત્વરાથી ચોતરફ પ્રસરે છે; અને જે દિશામાં સંદેશો મોકલવાનો હોય છે ત્યાં રાખવામાં આવેલા તેના જેવાજ બીજા વિદ્યુત વાહકની સાથે તેનાં આંદોલનો અથડાય છે, અને તેની મારફત ત્યાં રાખવામાં આવેલા ' રિસીવર ' માં ( 'વિદ્યુત વાહક યંત્ર' ) પ્રવેશ કરે છે. અને તે યંત્રની સોયને ગતિમાન કરે છે.

આ યંત્રવડે છેલ્લામાં છેલ્લી શોધ પ્રમાણે ૨૦૦૦ થી ૩૦૦૦ મૈલ સુધી સંદેશો મોકલી શકાય છે. હાલની લડાઈમાં ખખરો પહોંચાડવા તેનો ખુબ છૂટથી ઉપયોગ થાય છે. \*

પ્ર૦ અર્વાચીન સમયની કેટલીક ચમત્કારી શોધો ગણાવો.

ઉ૦ ટાપીંગ્સ ( પાણીની નીચે ચાલતી જોટો ), એરશિપ અને એરો-નાટિક ( એ ખંતે હવામાં ઉડતાં વિમાનો ), એક્સરેઈઝ ( અ-

---

\* વાયર્લેસ ટેલિગ્રાફિને લગતી વિશેષ માહિતી મેળવવા ઇંગ્લિન્ડનારે ગુજરાત શાળાપત્રના જ્યુબિલિ અંકમાંથી પૃ. ૧૩૫ ઉપરનો રા. રા. મનુભાઈનો લેખ વાંચી જવો.

પારદર્શક વસ્તુની અંદર સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ કરાવતાં વિજ્ઞાનીનાં કિરણો ), રપેક્ટ્રોસ્કોપ ( પ્રકાશનાં કિરણોનું પૃથક્કરણ કરનારું યંત્ર ), વિજ્ઞાન મોટરો, ટ્રામો, સાઈકલો, ટેલિગ્રાફિ ( વિદ્યુત્સંદેશ દ્વારા મોકલવાની કળા ), વાઈર્લેસ ટેલિગ્રાફિ વગેરે વગેરે અમત્કાર ભરેલી અનેક આધુનિક સમયમાં વિજ્ઞાન શાસ્ત્રમાં થયેલી મહાન શોધો છે.

## પાઠ ૮૬. રસાયનવિકાર અને રસાયન પ્રીતિ.

પ્ર૦ પદાર્થના સ્વરૂપમાં વિકાર એટલે ફેરફાર કઈ કઈ રીતે થાય છે ?

ઉ૦ વિકાર બે પ્રકારે થાય છે; (૧) પ્રકૃતિ વિકાર અને (૨) રસાયનવિકાર.

પ્ર૦ પ્રકૃતિવિકાર એટલે શું તે દૃષ્ટાંત આપી સમજાવો.

ઉ૦ જે ફેરફારમાં નક્કરપણું વગેરે પદાર્થના અમુક ગુણુજ માત્ર બદલાય છે, તેને પ્રકૃતિવિકાર કહે છે. ઉદા૦ મીણુ લાઇ ઊંનું કરવાથી પીગળી જાય છે. એમાં મીણુની ધન સ્થિતિ બદલાઇ પ્રવાહી સ્વરૂપ થયું; પરંતુ એ મીણુને ટાડું પાડવાથી પાછું ઠરી જાય છે. આવા ફેરફારને પ્રકૃતિ વિકાર કહેવાય છે.

પ્ર૦ રસાયન વિકાર એટલે શું તે દૃષ્ટાંત આપી સમજાવો.

ઉ૦ જે વિકારમાં મૂળ પદાર્થ બદલાઇને તદ્દન નવોજ પદાર્થ બની જાય તેને રસાયન વિકાર કરે છે. ઉદા૦ દીવાસળી બાળી નાખવાથી તેનો કાયલો થઈ જાય છે, એ કાયલાની પાછી દીવાસળી બની શકતી નથી આવા હંમેશના વિકારને રસાયનવિકાર કહેવાય છે.

પ્ર૦ રસાયનીસંયોગ અને રસાયની પૃથક્કરણ એટલે શું ?

ઉ૦ જે રસાયનવિકારમાં પદાર્થનો બીજા નવા ઘટકો જોડે સંયોગ થાય તેને રસાયની સંયોગ કહેવાય. ઉદા૦ ધાતુ કટાય છે, એમાં ધાતુનો હવામાંના ઓક્સિજન જોડે સંયોગ થાય છે અર્થાત્ ધાતુમાં ઓક્સિજન હમેરાય છે; અને જે રસાયનવિકારમાં પદાર્થમાંથી કેટલાક ઘટકો જુદા પડે છે તે રસાયની પૃથક્કરણ કહેવાય. ઉદા૦ હીંગજોડને ( પારો અને ઓક્સિજનનું રસાયની મિશ્રણ થવાથી હીંગજોડ બનેલો છે. ) કસોટીની નળીમાં ભરી તપાવવાથી તેમાંનો ઓક્સિજન વિખુટો પડી પારો પડ્યો રહેશે. આમાં રસાયનવિકાર તો થયો કેમકે હીંગજોડ અને પારો એ તદ્દન જુદાજ પદાર્થો છે; પરંતુ એ રસાયનવિકારમાં મૂળ પદાર્થમાંથી અમુક ઘટક કમી થયા. માટે એને રસાયની પૃથક્કરણ કહેવાય.

પ્ર૦ સાદુ મિશ્રણ અને રસાયની મિશ્રણ એટલે શું ?

ઉ૦ સાદા મિશ્રણમાં જે પદાર્થની રજકણો ભેગી રહે છે, પણ તેના મૂળ ગુણો બદલાતા નથી; પરંતુ રસાયની મિશ્રણમાં પદાર્થની રજકણો એકમેક સાથે એટલી મળી જાય છે કે તે પદાર્થના મૂળ ગુણો નાશ પામે છે. વસ્તુતઃ તેમનો નવોજ પદાર્થ બની તેમાં જુદા જુદા ગુણો આવે છે.

લોઢાનો લુકો અને ગંધકનો લુકો ભેગો કરવાથી તૈયાર થએલું મિશ્રણ એ સાદુ મિશ્રણ છે, કેમકે એ મિશ્રણમાંથી લોહચુંબક તડે લોહ અને ગંધક છુટા પાડી શકાય છે; પરંતુ એ મિશ્રણને કસોટીની નળીમાં ભરી ખૂબ તપાવીશું તો થોડીવારે

અંદરના બંને પદાર્થ એક બીજા સાથે મળી જઈ કાળો ભુકો બની જશે. એ ભુકામાં લોઢાનો કે ગંધકનો ગુણ માલમ પડશે નહિ. એને લોઢાનો ગંધીલ કહે છે. એમાંથી લોહચુબકથી લોહું છુટું પાડી શકાશે નહિ. એ રસાયની મિશ્રણ છે.

પ્ર૦ રસાયની મિશ્રણનો બીજો દાખલો આપો.

ઉ૦ કસોટીની નળીમાં થોડો ગંધકનો ભુકો નાખી તપાવીશું, અને માંહેથી વરાળ નીકળવા માંડે એટલે તેમાં તાંબાનો કકડો નાખીશું, તો વરાળ તાંબાને અડકવાથી ઝગઝગાટ બળશે, અને પછી તુરતજ કાળી પડી જશે. એ કાળો ભુકો તાંબાનો ગંધીલ છે. અને તે મિશ્ર પદાર્થ અથવા રસાયની મિશ્ર પદાર્થ કહેવાય છે.

દુનીઆના ઘણાખરા પદાર્થો મિશ્ર કે સંયુક્ત પદાર્થો છે. કારણકે તેઓ એક કરતાં વધારે પદાર્થોનો રસાયની સંયોગ થવાથી બનેલા છે.

પ્ર૦ લાકડું, પાણી, હવા, ઓક્સિજન, કા. એ. જૅ. એ પદાર્થો સાદાં મિશ્રણ છે કે રસાયની મિશ્રણ છે ?

(૧) લાકડું એ કાર્બન, ઓક્સિજન અને હૈદ્રોજનનો બનેલો રસાયની મિશ્ર પદાર્થ છે.

(૨) પાણી એ હૈદ્રોજન અને ઓક્સિજનનો બનેલો રસાયની મિશ્ર પદાર્થ છે.

(૩) હવા એ સાદું મિશ્રણ છે. તેમાં રહેલા ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, કા. એ. જૅ. અને પાણીની વરાળ એ ઘટકો એકમેક જોડે ભળેલા છે; પરંતુ તેનાથી વાયુરૂપ પદાર્થ

બદલાઈને કોઈ નવો પદાર્થ બન્યો નથી. દરેક ઘટકના મૂળ ગુણો કાયમ રહેલા છે.

(૪) ઑકિસજન એ મિશ્ર પદાર્થ નથી, પરંતુ તત્વ છે. જે પદાર્થમાં બીજો કોઈપણ ભળેલો ન હોતાં શુદ્ધ રૂપે હોય તે તત્વ કહેવાય. એવાં તત્વ દુનીઆમાં ઘણાંજ ઓછાં છે. તેઓની સંખ્યા શુમારે ૮૦ છે. સોનું, રૂપું, પારો, તાંબુ, જસત, કલાઈ, લોહું, કાર્બન, ઑકિસજન, નૈટ્રોજન, હૈડ્રોજન, ફોસ્ફરસ, ગંધક, વગેરે તત્વો છે. બાકીના ઘણા-ખરા પદાર્થો મિશ્ર પદાર્થો છે. ઉદા. લાકડું, પાણી. કા. એ. ગેસ. કાંસુ, પીત્તળ, દૂધ, તેલ, ધી, શરીર, માટી, વગેરે.

(૫) કા. એ. ગ. એ કાર્બન અને ઑકિસજનનો બનેલો રસાયની મિશ્ર પદાર્થ છે.

પ્ર. અણુ, પરમાણુ, અણુસમૂહ, અને ઇલેક્ટ્રોન કોને કહે છે ?

ઉ. તત્વના ઝીણામાં ઝીણા ભાગને પરમાણુ કહે છે. પરમાણુના વિભાગ કોઈપણ સાધનથી થઈ શકતા નથી. (હાલમાં થોડુંક થયાં વિદ્વાનોએ શોધી કાઢ્યું છે કે પરમાણુના પણ બારીક ભાગો થઈ શકે છે, અને તેને ઇલેક્ટ્રોન નામ આપ્યું છે.)

અને કોઈપણ મિશ્ર પદાર્થના ઝીણામાં ઝીણા ભાગને અણુ કહે છે. એ અણુને છુટા પાડવાથી તેમાં રહેલાં તત્વો છુટા પડી જાય છે. દા. હૈડ્રોજનનાં બે પરમાણુ અને ઑકિસજનનું એક પરમાણુ મળીને પાણીનું એક અણુ બંધાય છે.

અણુઓ એક બીજા સાથે બંધાયેને અણુસમૂહ અથવા રજ-કણ બને છે. અને રજકણો વળગી રહીને પદાર્થ બને છે.

પ્ર૦ રસાયનાકર્ષણ કે રસાયનપ્રીતિ અને સંબંધાકર્ષણ એટલે શું ?

ઉ૦ જુદાં જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ જે બળ વડે એકમેક સાથે મળી જઈને ક્રાઇ :જુદાજ પદાર્થનાં આણુ બંધાય છે તે બળને રસાયનાકર્ષણ કહે છે; અને આણુ તથા આણુસમૂહો જે બળ વડે એકમેકને વળગી પદાર્થો બને છે તે બળને સંબંધાકર્ષણ કહે છે.

પ્ર૦ ફનીઆર્માનાં મુખ્ય આકર્ષણો ગણાવો અને તેનાં કાર્ય સમજાવો.

ઉ૦ ગુરુત્વાકર્ષણ, રસાયનાકર્ષણ, રેનેહાકર્ષણ કે સંબંધાકર્ષણ અથવા અવલંબાકર્ષણ, અને કેશાકર્ષણ. ( એ ઉપરાંત લોહચુંબક અને વિદ્યુતના ખેંચાણ બળને પણ કેટલાક લોહચુંબકાકર્ષણ અને વિદ્યુદાકર્ષણ નામ આપે છે.)

(૧) જે બળવડે પૃથ્વી દરેક પદાર્થને પોતાની ગમ ખેંચે છે તેને ગુરુત્વાકર્ષણ કહે છે. ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે પદાર્થ માત્રમાં “ભાર”નો ગુણ રહેલો છે.

(૨) જે બળ વડે પરમાણુઓ એકઠા મળે છે એ બળને રસાયનાકર્ષણ કે રસાયન પ્રીતિ કહે છે. બીજી રીતે કહીએ તો જે બળવડે જુદાં જુદાં તત્ત્વો એકઠાં મળી મિશ્ર પદાર્થો બને છે, અને જે બળવડે તેઓમાં તે તત્ત્વો એકમેકને વળગી રહે છે, તે બળને રસાયનાકર્ષણ કહે છે.

(૩) જે બળવડે આણુસમૂહો એકબીજાને વળગી રહે છે, તે બળને સંબંધાકર્ષણ કહે છે. પદાર્થને ગરમી લાગવાથી એ બળ કમી થઇ જાય છે, અને તેને ઠામે એનાથી વિરુદ્ધ બળ નામે પ્રતિસારક બળ ( પદાર્થની રજકણોને વિખૂટા

પાડનાઈ બળ ) આવતું જાય છે. એ બંને બળો સમાન થઈ જાય છે, ત્યારે ધન પદાર્થનું પ્રવાહી સ્વરૂપ થઈ જાય છે, અને પ્રવાહી પદાર્થને પણ અતિશય ગરમી આપ્યા કરીએ તો સંબંધાકર્ષણ બળ છેક નાશ પામી પ્રતિસારક બળ વધી જઈ પદાર્થ વાયુ રૂપમાં આવી જાય છે.

(૪) જે બળ વડે વાળ જેવી પાતળી નળીઓમાં પ્રવાહી પદાર્થો પોતાની સપાટી કરતાં ઉંચે ચઢી જાય છે તે બળને કેશા-કર્ષણ કહે છે. એ આકર્ષણને લીધે દીવેટમાં તેલ કે કેરો-સીન ચઢે છે, વનસ્પતિમાં મૂળ વાટે પાણી ચઢે છે, સાહીચૂસ કાગળ સાહી ચૂસે છે, વગેરે.

પ્ર૦ પદાર્થ શી રીતે બને છે ?

ઉ૦ રસાયન પ્રીતિ વડે પરમાણુઓ પરસ્પર વળગી રહે છે અને તેમના આણુસમૂહ બને છે. એ આણુસમૂહો સંબંધાકર્ષણ વડે વળગી રહી પદાર્થો બને છે.

પ્ર૦ રસાયનપ્રીતિ નામનું બળ નાશ પામે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ધાન્ય ગિગી નીકળે છે, લાકડું બળે છે, પ્રાણીઓનાં જીવન નભે છે એ બધા વિકારો રસાયન પ્રીતિને લીધે થાય છે. ખરૂં જોતાં દુનીઆમાં ઘણા પદાર્થો હોવાનું કારણ એ બળ છે. જો એ બળ નાશ પામે તો સૃષ્ટિની રચનામાં હમણાં આપણે જે જિ-ન્નતા જોઈએ છીએ, તેના કરતાં ઘણીજ ઓછી જિન્નતા થઈ રહે. મિશ્ર પદાર્થોનું પૃથક્કરણ થઈ તેઓ તત્ત્વરૂપે રહે, તમામ સજીવ પ્રાણીઓ નાશ પામે, અને તેમને ઠામે ત્રણ અદૃશ્ય વાયુ, કાર્બન, ને તેના જેવાં તત્ત્વો આવે. પર્વતો ખરી પડી ચુરેચુરા



થઈ જાય, અને સધળા મહાસાગરો, નદીઓ, અને સરોવરો સુકાઈ જઈ એ અદૃશ્ય વાયુ ઉત્પન્ન થાય.

## પાઠ ૮૭. પાણીનું અંધારણ.

પ્ર૦ પાણી શેનું બનેલું છે ?

ઉ૦ ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજન નામના એ અદૃશ્ય વાયુના રસાયની સંયોગથી બનેલો મિશ્ર પદાર્થ છે.

પ્ર૦ એ વાયુઓ શા પ્રમાણમાં બનેલા છે ?

ઉ૦ કદમાં હૈડ્રોજન ૨ ભાગ અને ઑક્સિજન ૧ ભાગ, અર્થાત્ ઑક્સિજનથી હૈડ્રોજન બમણો છે; પરંતુ સમાન કદે હૈડ્રોજનથી ઑક્સિજન ૧૬ ગણો ભારે છે, તેથી વજનમાં પાણીમાં હૈડ્રોજનથી ઑક્સિજન આઠ ગણો રહેલો છે.

પ્ર૦ આપણી પાસે એ વાયુઓ હોય તો તેનું પાણી શી રીતે બનાવી શકાય ?

ઉ૦ રસાયની સંયોગ થવામાં હંમેશા ગરમી જરૂરની છે, તેટલા માટે જોઈએ તેટલો હૈડ્રોજન એક બંધ બરણીમાં બરી તેને મથાળે એક પાતળી છિદ્રવાળી નળી રાખી હૈડ્રોજનને બહાર નીકળવા દઈએ. પછી એ બરણીને જોઈએ તેટલા ઑક્સિજનથી ભરેલી મોટી બંધ બરણીમાં મૂકીએ. હવે હૈડ્રોજન બળી શકે એવો વાયુ છે તેથી છિદ્ર વાટે નીકળતા હૈડ્રોજનને સળગતી દીવા-સળી ચાંપીએ, અને ઑક્સિજનવાળી બરણી પણ બરાબર બંધ રાખીએ તો હૈડ્રોજન અને ઑક્સિજનનો રસાયની સંયોગ

થઇ પાણીની વરાળ બનશે. એ વરાળને ઠંડી પડવા સારૂ  
ખરણીની બહારના પૃષ્ઠ ઉપર ઠંડું પાણી છાંટીએ તો થોડી-  
વારમાં ખરણીની અંદરની બાજુએ વરાળ ધટ થઇ પાણીનાં  
ટીપાં બાઝી જશે.

**પ્ર૦** પાણીનું પૃથક્કરણ કરી એ બે વાયુઓ છુટા શી રીતે  
પાડી શકાય ?

**ઉ૦** પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાની સહેલી રીત એ છે કે પાણીમાં વિ-  
દ્યુતનો પ્રવાહ દાખલ કરવો. વિદ્યુત પ્રવાહ સહેલાઇથી જઇ  
શકે તેટલા સારૂ અંદર થોડો ગંધકનો તેળખ રેડવો. આમ  
કરવાથી બંને વાયુના પરપોટા થઈ બહાર હવામાં ઊડી જતા  
દષ્ટિએ પડશે. એ વાયુઓને એકઠા કરવા સારૂ પાણીથી ભરેલી  
બે શીશીઓને બેટરિના બંને તાર ઉપર પાણીમાં ઊંધી વાળીએ.  
જસતની તકતીમાંથી આવતા તાર ઉપરની શીશીમાં હૈદ્રોજન  
અને તાંબાના પતરામાંથી આવતા તાર ઉપરની રાશીમાં ઓ-  
કસિજન બેગો થશે.

**પ્ર૦** પાણીનું અંધારણ દેખાડનારો બીજો પ્રયોગ સમજાવો.

**ઉ૦** લોઢાની અથવા કઠણ કાચની નળીમાં લોઢાના થોડાક કકડા  
મૂકી, અને હેઠે દેવતા રાખી લાલચોળ કરીને તે નળીમાં થઇને  
વરાળ જવા દઇએ, તો એક જતનો વા બહાર નીકળે છે. જો  
કે ગરમ લોઢા ઉપરથી પાણીની વરાળ પસાર કરી હતી, પરંતુ  
હવે એ વરાળ રહી નથી. તેની સાબીતી માટે તેને પાણીમાં  
દાખલ કરીએ. જો વરાળ હોય તો પાણીમાં જવાથી ઠંડી પડી  
પાણીરૂપ થઇ પાણીમાં બળી જતી જોઈએ, પરંતુ તેના પર-

પોતા થઈ હવામાં ઉડી જતા દૃષ્ટિએ પડે છે. એ શું છે તેની ખાતરી કરવાને આપણે તેને એકઠો કરીએ. ( કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસ એકલોજ વાયુ સાધારણ વાતાવરથી ભારે છે, બાકીના બધા વાયુઓ હલકા છે. જેથી ઉંધા રાખેલા પ્યાલામાંજ તે ભરી શકાય છે. હરકોઈ એવા વાયુને ભેગો કરવા માટે સાંકડી નળીમાં પ્રથમ પાણી ભરી તેને પાણી ભરેલાજ વાસણમાં ઉંધી વાળવી. તેની અંદર જેમ જેમ વાયુ આવતો જશે તેમ તેમ પાણી બહાર નીકળી જશે, અને વાયુ હલકા હોવાથી નળીમાં ઠેક ઉપર આવશે ) એ કેવળ નોવોજ વાયુ જણાય છે. એ બળે છે, અને એની જોડે કામ પાડવું બહુ જોખમ ભરેલું છે; કેમકે તે હવા જોડે ભળી જાય, અને પછી તેની થડમાં દીવો લાવીએ, તો તેનો મોટો ધડાકો થશે. વળી ઝીણા વેહવાળી નળીને છોડે એ વાયુને બળવા દઈએ, અને તેની જોતપર લાંબી ખુફી નળી ધરી રાખીએ, તો તે નળીને મથાળે પાણીનાં ટીપાં બાઝેલા દેખાશે.

એ વાયુ બળે છે ત્યારે પાણી બનાવે છે. એ કારણથી એ જળજનક વાયુ કહેવાય છે. એને અંગ્રેજીમાં હૈડ્રોજન કહે છે. એ શબ્દનો એવોજ અર્થ થાય છે. હવે નળીમાંના લોહના કકડા તપાસીશું તો તેઓ તદ્દન કટાઈ જઈ તેમનો રતુમડો ભુકો થએલો દેખાશે. તે ઉપરથી ઉપર કહેલા હૈડ્રોજન વાયુને છુટો પાડીને તેણે પાણીમાંથી કંઈક લીધું છે. ( હૈડ્રોજનની સાબીતી થઈ ચુકી. હવે લોહું કટાવામાં કયો વાયુ ગયો તે જોઈએ.)

કંઈક કાચની નળીમાં તાંબાના તારની બનાવેલી જળી નાખી તળે તાપ કરી તેને લાલચોળ કર્યા પછી શું થાય છે તે જોઈએ.

એ જાળી કાળી પડી તેનું વજન વધેલું જણાય છે, માટે એની જોડે કંઈક ભજેલું હોવું જોઈએ. એ હવામાંના ઑક્સિજન છે. હવે એ કાળી તારની જાળી ઉપરથી હૈદ્રોજન જવા દઇ તેને તપાવીશું તો કાળી જાળીમાંના ઑક્સિજન સાથે હૈદ્રોજનનો સંયોગ થઇ તે વરાળ રૂપે બહાર નીકળશે, અને જાળી પોતાનો મૂળ રંગ અને વજન ધારણ કરશે. એ ઉપરથી સાબીત થાય છે કે પાણીમાં હૈદ્રોજન અને ઑક્સિજન સિવાય બીજું કંઈ નથી.

### પાઠ ૮૮. દ્રાવ્યતા.

પ્ર૦ ઓગળવું અને પીગળવું એટલે શું?

ઉ૦ પાણી અથવા બીજા પ્રવાહીમાં કોઈપણ પદાર્થની રજકણો વિખુટી પડીને એકમેક સાથે ભળી જાય ત્યારે તે ઓગળી ગયો કહેવાય, અને કોઈ ધન પદાર્થને ગરમી લાગવાથી પ્રવાહીરૂપમાં આવી જાય, ત્યારે તે પીગળી ગયો એમ કહેવાય.

પ્ર૦ દ્રાવ્ય અને અદ્રાવ્ય એ શબ્દો સમજાવો.

ઉ૦ જે પદાર્થો ઓછા કે વધારા પાણીમાં ઓગળી જાય છે તે દ્રાવ્ય કહેવાય છે, અને જે પદાર્થો જાડ શકાય એટલા પાણીમાં ઓગળતા નથી તે અદ્રાવ્ય કહેવાય. (યાદ રાખવું કે અદ્રાવ્ય પદાર્થના કંઈ કંઈક અંશો તો પાણી સાથે ભળી જાય છે.)

પ્ર૦ દ્રાવ્ય અને અદ્રાવ્ય પદાર્થોના દાખલા આપો.

ઉ૦ ખાંડ, પાપડખાર, ટંકણખાર, નવસાર, સુરોખાર, મોરચુચુ, વગેરે પદાર્થો દ્રાવ્ય છે; અને રેતી, ગંધક, કપુર, કાચલો, લોહું, રખર, રાજ વગેરે પદાર્થો અદ્રાવ્ય છે.

પ્ર૦ નક્કર પદાર્થોજ માત્ર પ્રવાહીમાં ઓગળે ?

ઉ૦ ના, હરેકાર્થ પદાર્થ ખીજ પદાર્થના સંબંધમાં દ્રાવક ( ઓગળનારો ) હોઈ શકે. નક્કર પદાર્થોનું પરસ્પર મિશ્રણ કરી શકાય છે. જેમકે પિત્તળ. એ મિશ્રધાતુ તાંબુ અને જસતનું મિશ્રણ છે. પ્રવાહી પદાર્થો એક એકને ઓગાળી શકે છે; ઉદા• ટર્પેન્ટાઈન તેજ મીઠા તેલને એટલે ખાવાના તેલના તેલને ઓગાળે છે; પરંતુ આ પાઠમાં નક્કર પદાર્થો પ્રવાહીમાં ઓગળી નય છે, તે વિષે માત્ર આપણે વિચાર કરીશું.

પ્ર૦ દ્રાવ્યતા એટલે શું ?

ઉ૦ ઓગળી જવાના ગુણને દ્રાવ્યતા કહે છે.

પ્ર૦ દ્રાવ્યતાનો આધાર શાના ઉપર છે ?

ઉ૦ ઉષ્ણતામાન ઓછુંવતું હોય તે પ્રમાણે દ્રાવ્યતામાં વધવટ થાય છે. ઉદા• ઠંડા પાણી કરતાં ગરમ પાણીમાં ખાંડ અને સુરોખાર વધારે ઓગળે છે; પરંતુ આ નિયમને ધણા અપવાદ છે; જેમકે ચુનો ઊના પાણી કરતાં ઠંડા પાણીમાં વધારે ઓગળે છે. વળી આ ઓગળવાના ગુણની વૃદ્ધિ ભિન્નભિન્ન પદાર્થોમાં ભિન્નભિન્ન હોય છે; પરંતુ દરેક પદાર્થને ઓગળવાની અમુક હદ હોય છે. પાણીમાં સેંકડે ૪૧ ટકા જેટલું મીઠું ઓગળી શકે છે, અને એથી વધારે નાખીશું તો માંહે નક્કર રૂપે પડ્યું રહેશે.

પ્ર૦ પાણી ભારે અથવા હલકું કહેવાય છે તેની સમજુતી આપો.

ઉ૦ અદ્રાવ્ય પદાર્થો પણ અમુક મર્યાદા સુધી પાણીમાં ઓગળે છે. જુદાં જુદાં કુદરતી પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાથી જણાયું છે કે ચક્રમક ( સિલિકા ) ક્ષોઢાનો કાટ, ચુનો, ધાપણ ( નિષ્ક્રમ )

વગેરે અદ્રાવ્ય પદાર્થોના પુષ્કળ અંશે તેઓમાં ઓગળેલા હોય છે. આ અદ્રાવ્ય અને દ્રાવ્ય પદાર્થો પાણીમાં વધારે ઓછા ઓગળેલા હોય છે, તે પ્રમાણે પાણી ભારે અથવા હલકું કહેવાય છે. અર્થાત્ જે પાણીમાં ધન પદાર્થો ( દ્રાવ્ય અગર અદ્રાવ્ય ) વધારે ઓગળેલા હોય તે ભારે અને ઓછા ઓગળેલા હોય તે હલકું કહેવાય છે.

પ્ર૦ કઠણ પાણી અને નરમ પાણી એટલે શું ?

ઉ૦ ફેટલીક જાતનાં પાણીમાં ચાક અને ધાપણુ વધારે પ્રમાણમાં ઓગળેલાં હોવાથી તેમાં સાબુના પાણીનું શીણ વળતું નથી; માટે એ પાણીને કઠણ પાણી કહે છે. જે પાણીમાં એ પદાર્થો ઝાઝા ઓગળેલા નહોતાં સાબુના પાણીનું પુષ્કળ શીણ થાય છે, તેને નરમ પાણી કહે છે.

પ્ર૦ કયાં પાણી નરમ અને કયાં પાણી કઠણ હોય છે ?

ઉ૦ વરસાદનું પાણી લગલગ સ્વચ્છ હોઇ નરમ છે, અને દરીઆનું તથા ધણાક કુવાનું પાણી કઠણ હોય છે.

પ્ર૦ પાણી ગાળવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ કુદરતી પાણીમાં ઓગળેલો કચરો હોય છે. તે સિવાય ખીણું કસ્તર પણ તેમાં અધર લટકે છે. બાલ રજકણો પાણીમાં ઓગળી ન જતાં તર્યા કરે છે ભારે તે અધર લટકે છે એમ કહેવાય છે. ગાળવાથી એ કસ્તર નીકળી જાય છે. મોટાં કાણાવાળાં લુગડાંથી ન ગાળતાં ઘટ કપડાંથી અથવા સાહીચૂસ કે ગાળવાના ( ફિલ્ટર ) કાગળથી પાણી ગાળવું. એ કાગળનાં છિદ્રો એટલાં તો ખારીક હોય છે કે તેમાં ઘઇને પાણી અને તેમાં

ઑગળેલા પદાર્થ બહાર નીકળી જાય છે; પરંતુ અધર લટકતા પદાર્થો નીકળવા પામતા નથી.

પ્ર૦ પાણી ગાળવાની ખીજ રીત સમજાવો.

ઉ૦ ઝીણી રેતી અને કાયલાના નાના કકડા અતિ છિદ્રાળુ હોવાથી પાણીમાં અધર લટકતું તમામ કસ્તર તેનાં છિદ્રોમાં ભરાઈ જાય છે.

પ્ર૦ ઝરણું પાણી સ્વચ્છ હોય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ ઝરણનાં પાણી જમીનમાં થઇને ઝરપે છે, અને કાંકરા, રેતી, તથા ખડકનાં જુદાં જુદાં પડોમાં થઇને જતાં સ્વાભાવિક રીતે ગળાઇને નીતયુ થાય છે.

પ્ર૦ ઝરણું પાણી હલકું કે ભારે, નરમ કે કઠણ બનવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ ખડક, રેતી, ચાક, ધાપણ, લોહું વગેરે જે કાંઈ પદાર્થ માર્ગમાં આવે છે તેનો થોડો અંશ ઑગળે છે, તેથી તે ઑછાવતો હોય છે. જે વધારે ભળેલો હોય તો ભારે અને ઑછા ભળેલો હોય તો હલકું બને છે. વળી ચાક અને ધાપણના અંશ ઑછા ભળેલા હોય તો પાણી નરમ અને વધારે ભળેલા હોય તો કઠણ બને છે.

પ્ર૦ ફિલ્ટર એટલે શું અને તેનો ઉપયોગ શો છે ?

ઉ૦ ફિલ્ટર એટલે પાણીમાં અધર રહેલું કસ્તર ગાળી કાઢવાની ગળણી. એક જાતના કાગળ જેને અંગ્રેજીમાં ફિલ્ટરપેપર કહે છે. તેના વડે એ કસ્તર ગાળી દહાય છે, તેમજ કાયલા અને રેતીના બે ત્રણ થર માટલામાં વારાફરતી પાથરી ઉપરથી ધીમેથી પાણી આવે એવી ગોઠવણ કરી નીચે ગળાઇને પાણી નીકળી જાય એવાં કાણાં રાખેથી ફિલ્ટર-ગળણી બને છે.

પ્ર૦ ગાળવાથી પાણી કેટલે દરજ્જે સ્વચ્છ બને છે ?

ઉ૦ ગાળવાથી માત્ર પાણીમાંનું અધર કટકતું કરતર નીકળી જાય છે, પણ જે દ્રવ્યો પાણીમાં ઓગળી ગયા હોય છે તે નીકળવા પામતાં નથી.

પ્ર૦ કઠણ પાણી એટલે જેમાં ધન દ્રવ્યો ઓગળી ગએલાં હોય તેને નરમ કરવાના ઉપાય કયા છે ?

ઉ૦ ઉપાય ઘણા છે, તેમાંનો સૌથી સરળ એ છે કે એવા પાણીની વરાળ કરી તે વરાળને બીજા વાસણમાં એકઠી કરી ઠંડી પડવા દેવી. એ રીતે વરાળનું બનેલું પાણી તદ્દન સ્વચ્છ થશે, અને ધન દ્રવ્યો પેલા વાસણમાં નીચે પડ્યા રહેશે.



## પાઠ ૮૬. હવામાંની ભિનાશ.

પ્ર૦ હવામાં ભેજ કયાંથી આવતો હશે ?

ઉ૦ દુનીઆમાંનું સઘળું પાણી ( પૃથ્વી તે દરિઆનું હોય કે નદીનું, કુવાનું હોય કે ભરી રાખેલા વાસણનું, પ્રાણીઓનાં શરીરમાંનું કે વનસ્પતિમાંનું હોય તોપણ તે ) દરેક ઉબ્જતામાને નિરંતર વરાળ થઈ ઉડી જાય છે. એ વરાળ વાતાવરણમાં ફેલાઈને તેને ભેજવાળું રાખે છે.

પ્ર૦ કયા પદાર્થો વાતાવરણમાંનો ભેજ શોષી શકે છે ?

ઉ૦ સાધારણ અસ્વચ્છ મીઠામાં ભેજ શોષી લેવાનો ગુણ છે, પરંતુ શિયાળાની ઋતુમાં જ્યારે વાતાવરણમાં ભેજ ઓછા હોય છે તે મીઠા ઉપરથી જણાઈ આવતો નથી. ચુનો અને ગંધકનો



તેજ્ય વાતાવરણમાંનો થોડામાં થોડો ભેજ પણ શોષી શકે છે. તેથી એ પદાર્થો વડે પાણીને વરાળનું ધણું થોડું પ્રમાણ પણ જણાઇ આવે છે.

પ્ર૦ ચોમાસામાં કપડાં સુકાતાં વાર લાગે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ હવામાં અમુક હદ લગી ભેજ રહી શકે છે, અને ચોમાસાની ઋતુમાં વારંવાર વરસાદ વરસવાથી પુષ્કળ ભેજ હોય છે; તેથી થોડો ભેજ હોઇ જોટલી ઝડપથી બાષ્પભવન થાય છે, તેટલી ઝડપથી એ ઋતુમાં થતું નથી. તેથી કપડાં સુકાતાં નથી.

પ્ર૦ ચોમાસાની ઋતુમાં લાગલાગટ પાંચ છ દિવસ વરસાદની હેલી ચાલે છે તે પ્રસંગે પણ કપડાં સુકાઇ શકે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ હવામાં વધારેમાં વધારે સેંકડે ૪ ટકા ભેજ રહી શકે છે, પરંતુ એટલા બધા ભેજનું પ્રમાણ કોઈ દિવસ હવામાં હોતું નથી. હવામાં વધારેમાં વધારે જોટલો ભેજ રહી શકે તેના ૭૫ ટકા ભેજ હવામાં હોય છે ત્યારે હવા ભેજવાળી કહેવાય છે. અર્થાત્ હવા ગમે તેટલી ભેજવાળી હોય તોપણ ભેજને સમાવાનો થોડો અવકાશ હંમેશ રહેછેજ. તેથી ચોમાસામાં પણ ધીમે ધીમે બાષ્પભવન ચાલુ રહે છે.

પ્ર૦ સુકી હવા કોને કહેવાય ?

ઉ૦ શિયાળાની ઋતુમાં હવા ઘટ થઈ ભેજ નીકળી ગએલો હોયછે. તેથી એવી ભેજ વગરની હવાને સુકી હવા કહે છે, પરંતુ યાદ રાખવું કે સુકામાં સુકી હવામાં પણ સેંકડે ૧૧ ટકા ભેજ તો હોય છેજ.

પ્ર૦ હવામાંના ભેજનો ઉપયોગ શા ?

ઉ૦ હવામાંના ભેજને લીધે આપણાં શરીરની ચામડી નરમ અને સુંવાળી રહે છે. શિયાળામાં ભેજનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે ત્યારે હાથ, પગ, ગાલ વગેરે ફાટી જાય છે.

પ્ર૦ હવામાં ભેજ કેટલો છે તે જાણવાની શી જરૂર છે ?

ઉ૦ સુકી હવા ગુણકારી છે, અને ભેજવાળી હવા નુકસાન કરનારી છે, તેથી એવી હવાથી ઘરડાં અને મંદવાડવાળાં અશક્ત માણસોને માફક આવતી નથી. માટે હવામાંના ભેજનું પ્રમાણ જાણવાની જરૂર છે.

પ્ર૦ હવામાં પાણીની વરાળ છે તે સાબીત કરવાનો સહેલો પ્રયોગ સમજાવો.

ઉ૦ કાચના સ્વચ્છ પ્યાલામાં થોડાક બરફના કડકા નાખી ખુલ્લી હવામાં થોડીવાર મૂકી રાખવાથી થોડા વખતમાં પ્યાલાની બહારની બાજુએ પાણીના ટીપાં બાઝેલાં માલમ પડશે. એ ટીપાં હવામાંની વરાળના ઘટ થવાથી બનેલાં છે.

પ્ર૦ ભેજમાપક યંત્ર એટલે શું ? તેની રચના અને ઉપયોગ સમજાવો.

ઉ૦ હવામાં પાણીની વરાળનું પ્રમાણ કેટલું છે તે જાણવાનું યંત્ર બનાવવામાં આવ્યું છે તેને ભેજમાપક યંત્ર કહે છે. એ યંત્ર ઘણી જાતનાં છે. તેમાંનું એક વધારે વપરાય છે, તેને ભીની અને ફારી દડીવાળું ઉજ્જુતામાપક યંત્ર કહે છે. એમાં બે ઉજ્જુતામાપક યંત્રો ( થર્મીમીટર ) એક લાકડાના ચોક્કા ઉપર જડેલાં હોય છે. અને તેમાંના એક ઉજ્જુતામાપક યંત્રની નીચેની પારો રહેવાની દડી ઉપર મલમલની કાચળી વિંટાળે છે, અને નીચે પાણીના વાસણમાં દારી બોળી તે વડે કાચળીને હંમેશા ભીની

રાખે છે. હવા સુકી હોય છે, ત્યારે બીની દડી પરના પાણીનું ઉતાવળે બાષ્પભવન થાય છે, તેથી તે દડી વધારે ઠંડી પડી તે યંત્રમાંના પારો નીચે ઉતરી જાય છે; અને બીજા યંત્રમાં તો હવાની સાધારણુ ગરમીથી પારો ઉંચો ચડેલો હોય છે. આ પ્રમાણે બંને યંત્રોમાંના અંશે વચ્ચે તફાવત પડે છે. એ તફાવત જેમ વધારે તેમ હવા સુકી અને જેમ તફાવત ઓછો તેમ હવા ભેજવાળી સમજવી.

૫૦ ભેજમાપક યંત્રની આકૃતિ દોરી તેમાં થતી ક્રિયા સમજાવો.

ઉ૦ (ચોપડીમાં આપેલી આકૃતિ બરાબર કાળજીપૂર્વક દોરવાનો અને તેની કૃતિ સમજવાનો મહાવરો પાડવો.) ક્રિયા—બીની દડી ઉપરનું કપડું સદા બીંજાયલું રહે એમ સુતરનો તાર તેને વીંટી તેના બીજા છેડા નીચે પાણીના પ્યાલામાં મુક્યા છે. તેથી કેશાકર્ષણ વડે તેમાંનું પાણી ઉપર ચઢી દડીને સદા ઠંડી રાખે છે. આથી પારો નીચે ઉતરી જાય છે. અને બીજા ઉજ્જુતા-માપકમાં તો દડી કોરી હોવાથી હવાની સામાન્ય ગરમી જણાય છે.

પાઠ ૯૦. એસિડ કે તેજાબ, અલ્કલિ અને ક્ષાર.

૫૦ એસિડ એટલે શું? ક્યાં ક્યા પદાર્થોમાં એ તત્ત્વ રહેલું છે?

ઉ૦ જે પદાર્થ સ્વાદે ખાટો લાગે છે, અને જે વડે નીળા લિટમસ કાગળનો રંગ બદલાઈ રાતો થાય છે તે એસિડ છે; ઉદા० છાશ, કાચી કેરી, આમલી, લીંબુ, કાર્બોનિક એસિડ વગેરે પદાર્થો ખાટા લાગે છે, એઓમાં મંદ એસિડ છે. ગંધકનો તેજાબ, સુરાખારનો તેજાબ અને મીઠાનો તેજાબ એ જલદ એસિડ છે.

પ્ર૦ અલ્કલિ એટલે શું ? કયા કયા પદાર્થો અલ્કલિ છે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો સ્વાદે તીક્ષ્ણ હોય રાતા લિટમસ કાગળનો રંગ બદલાય નીળો થાય અને જલસ્વંતીના ફૂલના રસનો રંગ લીલો થાય છે, તેને અલ્કલિ કહે છે, ઉદા० ચુનો ( એમાં અલ્કલિ તત્ત્વ રહેલું છે માટેજ એને કળિયુનો કહે છે. ) એમોનિયા, કાસ્ટિક સોડા, કાસ્ટિક પોટાશ—એ જલદ અલ્કલિ છે. ધોવાના સોડામાં, પાપડખારમાં, ફળના થાંભલાની છાલને બાળીને કરેલી રાખોડીમાં મંદ અલ્કલિ ગુણ છે.

પ્ર૦ ક્ષાર એટલે શું ? તેમાં કેવો ગુણ હોય છે ?

ઉ૦ જે પદાર્થનો સ્વાદ ખાટો અથવા તીક્ષ્ણ નથી, અને એસિડ તથા અલ્કલિનો સંયોગ થવાથી જે બને છે, તે ક્ષાર છે, ઉદા० એમોનિઅન નૈટ્રેટ, સુરોખાર, પોટેશિયમ નૈટ્રેટ, ખાવાનું સાધારણ મીઠું ( સોડીઅમ નૈટ્રેટ ) એ ક્ષાર છે. એના દ્રાવણમાં લિટમસ પેપર બેળવાથી તેના ઉપર કંઈપણ અસર થતી નથી, અર્થાત્ રાતો લિટમસ રાતો રહે છે, અને નીળો લિટમસ નીળોજ રહે છે.

પ્ર૦ એમોનિયા એ શું છે ?

ઉ૦ કલિયુનામાં થોડો નવસાર ભેળી કાચની નળીમાં તપાવવાથી એક વાયુ બહાર નીકળે છે તેને એમોનિયા કહે છે. પાણીમાં ભીંજવેલા રાતા લિટમસ કાગળનો કકડો નળીના મોં આગળ ધરવાથી રાતો રંગ બદલાઈ ઝટ નીળો રંગ થઈ જાય છે. માટે એમોનિયા અલ્કલિ છે, એમ સાબીત થાય છે. એ એમોનિયાની કડક વાસ આવે છે, અને સુંઘવાથી માથું ઉતરી જાય છે.

પ્ર૦ લિટમસ એ શું છે ? તેની સમજૂતી આપો.

ઉં વનસ્પતિમાં રહેલું એક તત્ત્વ છે. એ તત્ત્વ રતનજોતના ફૂલના રસમાં વિશેષ પ્રમાણમાં હોય છે. જનસ્વંતીના ફૂલના રસમાં પણ એવુંજ તત્ત્વ છે. એ રસને કારવાથી તેના ગળી જેવા ગાંઠડા બંધાય છે. એને પાણીમાં ઓગાળવાથી લીટમસ બનેછે. એ જળમાં ઘુટેલા નહિ એવા અર્થાત્ સાહીચૂસ કાગળ જેવા છિદ્રાળુ કાગળ બોળીને સુકવી દેવાથી લિટમસ પેપર તૈયાર થાય છે. એ કાગળ-આરંભમાં ઝાંખો ધોળો હોય, પરંતુ એસિડમાં બોળવાથી રાતો થઈ જાય છે, અને અલ્કલિના દ્રાવણમાં બોળવાથી રાતો રંગ બદલાઈ નીળો રંગ થઈ જાય છે. અલ્કલિ, કે એસિડની પરીક્ષા કરવા સારૂ પ્રયોગશાળામાં તે રાખવામાં આવે છે.

પ્ર૦ એસીડથી અલ્કલિના અને અલ્કલિથી એસિડના ગુણો નાશ પામે છે; બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો એસિડ અને અલ્કલિ એક બીજાના ઉતાર છે.—એ બાબત પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉં પાણી નાખી મંદ કરેલું એમોનિઆનું (અલ્કલિ ગુણવાળું) દ્રાવણ લઈ તેમાં થોડો એસિડ નાખી તેમાં રાતો લિટમસ કાગળ બોળીશું તો તે નીળો થઈ જશે. (રાતો કરેલા લિટમસને બદલે જનસ્વંતીના ફૂલના રસમાં રેડીશું તો તેનો રંગ લીલો થઈ જશે) હવે એમાં નૈટ્રિક એસિડનું પ્રમાણ વધારીશું તો નીળો રંગ બદલાઈ રાતો થશે. (જનસ્વંતીના ફૂલનો લીલો રંગ બદલાઈ રાતો થશે.) વળી એમાં એમોનિઆનું દ્રાવણ વધારીશું અને લિટમસ પેપર બોળીશું તો રાતો રંગ બદલાઈ નીળો થશે. એ પરથી જણાય છે કે જે દ્રાવણમાં પહેલાં અલ્કલિનો ગુણ હતો, તે જતો રહી એસિડનો ગુણ આવ્યો, વળી એમાં એમો-

નિઆનું દ્રાવણ રેડયું ત્યારે ફરીને નીળો રંગ થઈ ગયો. એ પ્રમાણે એસિડથી અલ્કલિના અને અલ્કલિથી એસિડના ગુણ નાશ પામે છે.

પ્ર૦ ક્ષાર શી રીતે બને છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ એમોનિયાનું દ્રાવણ એ અલ્કલિ ગુણવાળું છે. એમાં થોડો નૈટ્રિક એસિડ ભેળવવાથી કંઈ ફેરફાર થતો જણાતો નથી પછી તેમાં એસિડનું એક એક ટીપું હળવે હળવે અને સંભાળથી નાખ્યા કરીશું, તો છેવટે એવું બનશે કે લિટમસનો રંગ નીળો કે રાતો રહેશે નહિ, અર્થાત્ એ મિશ્રણમાં એસિડ કે અલ્કલિનો ગુણ રહેશે નહિ. બંને ગુણ નાશ પામી ક્ષાર બને છે. એમાંનું થોડું મિશ્રણ કાચની તકતી પર રેડી તેનું બાષ્પભવન થવા દેશો તો તેના પૃષ્ઠ ઉપર એમોનિયમ નૈટ્રેટના સોય જેવા લાંબા પારદર્શક કકડા પડેલા દીઠામાં આવશે. એમોનિયમ નૈટ્રેટ એ ક્ષાર છે. એજ પ્રમાણે કાર્બિક પોટાશના દ્રાવણમાં ( અલ્કલિ ગુણવાળા દ્રાવણમાં ) પાણી ભેળી મંદ કરેલો નૈટ્રિક એસિડ રેડવાથી જે મિશ્રણ બને છે, તેમાં એસિડ અથવા અલ્કલિના ગુણ હોતા નથી. કાર્બિક જાતના લિટમસ કાગળ પર તેની અસર થતી નથી; અર્થાત્ નીળા કાગળનો રંગ નીળો અને રાતા કાગળનો રંગ રાતો રહે છે. વરાળ થઈ એ મિશ્રણને હડી જવા દેશો, તો સુરોખાર નામે ક્ષારના પાસાદાર ગાંઠા બંધાશે.

એજ પ્રમાણે કાર્બિક સોડાના દ્રાવણમાં પાણી રેડી મંદ કરેલો મીઠાનો તેજા ( હૈદ્રોક્લોરિક એસિડ ) રેડવાથી એ મિ-

શ્રણુમાં ખાવાનું સાધારણ મીઠું અનેલું જોવામાં આવશે. સાધારણ મીઠું એ ક્ષાર છે.

પ્ર૦ ભુવા લોકો લીંબુ કાપીને લોહી કાઢી ખતાવે છે તેનું રહસ્ય સમજાવો.

ઉ૦ એ લોકો પોતાની સાથે જે ચખ્ખુ લેતા આવે છે તે ચખ્ખુના પાના ઉપર રતનજોતના ફૂલનો રસ ચોપડી સુકવીને લેતા આવે છે, અર્થાત્ તેના ઉપર લિટ્મસ તત્ત્વ લગાવેલું હોય છે. ( જો એ પ્રસંગે ભુવાને આપણી પાસેનો ચખ્ખુ વાપરવા માટે આપવામાં આવે તો એનું પોકળ તરત પકડાઇ આવે. ) હવે લીંબુમાં એસિડ તત્ત્વ રહેલું છે તેથી એસિડની મદદથી લિટ્મસનો રંગ રાતો થઇ લોહી જેવું દેખાય છે.

## પાઠ ૯૧. ફૅસ્ફરસ અને દીવાસળી.

પ્ર૦ ફૅસ્ફરસ એ શું છે ?

ઉ૦ હાડકું બળવાથી ઘોળો છિદ્રાળુ પદાર્થ રહે છે, તેને હાડકાની ખાખ કહે છે. એ રાખમાંથી ફૅસ્ફરસ નામનું તત્ત્વ છુટું પાડવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ફૅસ્ફરસના ગુણ અને તેનો ઉપયોગ કહો.

ઉ૦ ફૅસ્ફરસ અતિ જ્વાળાગ્રહી પદાર્થ હોવાથી વાતાવરણની સાધારણ ઉષ્ણતાએ હવામાંના ઓકિસજન સાથે તેનો ઝટ સંયોગ થઇ બળવા માંડે છે, તેથી તેને પાણીમાં રાખવો પડે છે. જરૂર પડે ત્યારે બહાર કાઢતી વખતે ચીમટી વડે કાઢવાની ખાસ સાવ-

ચેતી રાખવી પડે છે. જો તે શરીરને અડકે તો એકદમ સળગી જીડી સખત ડામ પડી રહે છે. એ ડામ રૂઝવો બહો કઠણ પડે છે. મુખ્યત્વે કરીને તેનો ઉપયોગ દીવાસળીની બનાવટમાં અને કેટલીક દવાઓમાં થાય છે. પ્રાણીઓનાં તમામ હાડકાં બધે જાગે ચુનાના ફોસ્ફેટનાં બનેલાં છે, એને લીધે તેઓ સખત અને બરડ છે. જે દ્રવ્યનું મગજ બનેલું છે તેમાં પણ ફોસ્ફરસ છે. તેથી જે ખોરાક અને દવામાં ફોસ્ફરસના બનેલાં મિશ્ર પદાર્થો હોય છે, તે મગજને બધાં ઉપયોગી હોઈ પ્રુષ્ટિ આપે છે.

૩૦ ફોસ્ફરસની ઉત્પત્તિ કહો.

૬૦ ફોસ્ફેટ નામે પદાર્થમાં એ મુખ્યત્વે જોવામાં આવે છે. તેમાં એ બીજાં તરવો જોડે બળેલો હોય છે. એ પદાર્થોમાં અતિ અગત્યનો પદાર્થ ચુનાનો ફોસ્ફેટ છે. જ્વાળામુખી પર્વતોના કેટલાક ખડકો જે પદાર્થોના બનેલા છે તેમાં એક એ છે. અર્થાત જમીનમાંથી, જ્વાળામુખી પર્વતના ખડકમાંથી ચુનાનો ફોસ્ફેટ લાવી તેમાંથી પ્રયોગદ્વારા ફોસ્ફરસ છુટો પાડવામાં આવે છે. હાડકાં બળે છે, ત્યારે તેમાંથી સરેશ અને બીજા પદાર્થો બળી જઈને જે ખાખ રહે છે, તેમાંથી એ છુટો પાડવામાં આવે છે.

૩૦ ફોસ્ફરસના પ્રકાર અને તેના ગુણદોષ સરખાવો.

૬૦ ફોસ્ફરસનાં બે જુદાં જુદાં રૂપ હોય છે; (૧) પીળો અથવા સાધારણ ફોસ્ફરસ અને (૨) રાતો ફોસ્ફરસ. પીળો ફોસ્ફરસ અતિ જ્વાળાગ્રહી હોવાથી ખુદી દવામાં તે રહી શકતો નથી, માટે તેને પાણીમાં રાખવો પડે છે, પણ રાતો ફોસ્ફરસ ઓછો જ્વાળાગ્રહી હોવાથી દવામાં તેને રાખી શકાય છે. સાધારણ



ફેસ્ફરસનો ઉપયોગ કરીને બનાવેલી દીવાસળીને કંઈક સહેજ ધર્ષણ લાગવાથી ઝટ સળગી જાય છે, અને અકસ્માત્ થવાનો સંભવ રહે છે; પરંતુ રાતા ફેસ્ફરસનો ઉપયોગ કરી જે નિર્ભય દીવાસળી બનાવવામાં આવે છે, એ દીવાસળી સળગી જઈવાનો ખીલકુલ ભય રહેતો નથી. પીળા ફેસ્ફરસનો ધુમાડો ઝેરી છે. તેથી દીવાસળીના કારખાનામાં કામદારોના આરોગ્યને હાનિ પહોંચી વહેલાં મરણ નીપજે છે, જ્યારે રાતા ફેસ્ફરસમાં એવો ભય નથી. આ પ્રમાણે રાતા ફેસ્ફરસનો ઉપયોગ કરી જ્યારથી સેફ્ટી મેચ (અભય દીવાસળી) બનાવવામાં આવે છે, ત્યારથી કામદારોનું જીવતદાન મળ્યું છે.

પીળા ફેસ્ફરસને હવા ખાલી કરેલા લોઢાના વાસણમાં ભરી ૪૦૦ અંશ ગરમી આપી તપાવવાથી તેનો અતિજ્વાળાગ્રહી ગુણ નાશ પામી તે મંદ જ્વાળાગ્રહી બને છે, અર્થાત્ રાતો ફેસ્ફરસ થાય છે.

પ્ર૦ સાધારણ દીવાસળી અને અભય દીવાસળીની બનાવટ સમજાવો.

ઉ૦ સાધારણ દીવાસળીની બનાવટમાં પીળા ફેસ્ફરસ અને અભય દીવાસળીની બનાવટમાં રાતો ફેસ્ફરસ વપરાય છે. સાધારણ દીવાસળીની બનાવટમાં પ્રથમ સળીઓના છેડા ગંધકના રસમાં ઓળી કાઢી, પછી ટોચ ઉપર ફેસ્ફરસ લગાવે છે, અને તેના ઉપર રાતું અથવા ભુરું રોગાનનું પડ ચઢાવે છે; અને દીવાસળીની પેટીની બાજુ પર કાળી રેતી લગાડી ખરબચડું પૃષ્ઠ બનાવેલું હોય છે, હવે જ્યારે દીવાસળી સળગાવવી હોય છે ત્યારે તેને પેલા ખરબચડા પૃષ્ઠ ઉપર અક્ષણે છે, એટલે રોગાન ઉપડી જઈ ફેસ્ફરસ ખુલ્લો પડે છે. તે ધર્ષણથી ઉત્પન્ન

થએલી ગરમીથી એકદમ સળગી ઉઠે છે, અને ગંધકને લગાડી પછી દીવાસળીને સળગાવે છે.

અભય દીવાસળીની બનાવટમાં સળીના પૃષ્ઠ ઉપર ફેસ્ફરસ ન લગાડતાં તેના ઉપર કેટલાક જવાળામુદી પદાર્થોનું પડ લગાડેલું હોય છે, અને પેટીની બાજુ પરના કાગળપર રાતો ફેસ્ફરસ તથા બીજા કેટલાક ઝટ સળગી જડે એવા પદાર્થોનું પડ લગાડેલું હોય છે. જ્યારે સળીને પેટી ઉપર ધસવામાં આવે છે ત્યારે ધર્ષણથી થોડી ફેસ્ફરસ સળીને વળગે છે, અને તે ધર્ષણથી ઉત્પન્ન થએલી ગરમીને લીધે સળગે છે અને પછી દીવાસળીને સળગાવે છે.



## પાઠ ૯૨. દહન અને શ્વાસોશ્વાસ.

પ્ર૦ દહન એટલે શું?

ઉ૦ કોઈપણ પદાર્થનો હવામાંના ઓક્સિજન સાથેનો રસાયની સંયોગ તે દહન કહેવાય. સઘળી બળવાની, કટાવાની, કહોવાની, સડવાની, લોહી સ્વચ્છ થવાની, ખોરાક પચવાની, વગેરે સર્વ ક્રિયાઓ દહનજ છે. કેટલાંક દહનમાં પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે, અને કેટલાંકમાં પ્રકાશ ઉત્પન્ન થતો નથી.

પ્ર૦ દહનમાં શું પાશ પામે છે ?

ઉ૦ દહનક્રિયામાં વાસ્તવિક કંઈ નાશ પામતું નથી, પરંતુ પદાર્થના સ્વરૂપમાં વિકાર થાય છે. દહન ચાલે છે ત્યારે પ્રકાશ અને ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ મીથુનત્તી બળે છે ત્યારે શી ક્રિયા થાય છે ?

ઉ૦ મીથુનત્તી હૈદ્રોજન અને કાર્બનની બનેલી છે, તેથી જ્યારે તે બળે છે ત્યારે તેમાંના કાર્બનનો હવામાંના ઓક્સિજન જોડે રસાયની સંયોગ થઈ કાર્બોનિક એસિડ નામે વાયુ અને હૈદ્રોજનનો હવામાંના ઓક્સિજન જોડે સંયોગ થઈ પાણીની વરાળ થઈ જાય છે. મીથુનત્તીના દીવા ઉપર જે સ્વચ્છ કાચનો પ્યાલો ધરવામાં આવે તો અંદર પાણીનાં ટીપાં બાજેલા માલમ પડશે. એ કાચના ઠંડા પૃષ્ઠને લીધે વરાળ ઠંડી પડીને બનેલું પાણીજ છે.

પ્ર૦ પ્રાણીઓના શ્વાસન (શ્વાસોશ્વાસ)માં શી ક્રિયા થાય છે ?

ઉ૦ આપણાં શરીરમાં હવામાંનો ઓક્સિજન જાય છે, અને શરીર જે જે દ્રવ્યોનું (મુખ્યત્વે કરીને કાર્બન અને હૈદ્રોજનનું) બનેલું છે, તેની જોડે તેનો રસાયની સંયોગ થઈ કા. એ. ગૅ. અને પાણીની વરાળ ઉત્પન્ન થાય છે. એ નકામા પદાર્થને લોહી ફેફસાંમાં ખેંચી લઈ જાય છે. એ પદાર્થોને લીધે લોહી જંબુઆં રંગનું મેલું થઈ જાય છે. અહીં એ વાયુ રક્તવાહીનીઓમાં થઈને બહાર નીકળી જાય છે, અને તેમને ઠામે હવામાંનો શ્વાસમાં લીધેલો ઓક્સિજન આવી લોહીને રાતું અને સ્વચ્છ બનાવે છે. પછી કા. એ. ગૅ., પાણીની વરાળ, અને શ્વાસમાં લીધેલા વાયુનો બાકીનો ભાગ બહાર વાતાવરણમાં નીકળી જાય છે.

પ્ર૦ ઉચ્છ્વાસમાં કા. એ. ગૅ. અને વરાળ હોય છે તેની સાબીતી શી ?

ઉ૦ મીથુનત્તી બળવાથી ઉત્પન્ન થતો કા. એ. ગૅ. ચુનાના ની-

તર્વાં પાણીમાં દાખલ કરવાથી તે દૂધ જેવું ઘોળું બની જાય છે, તેજ પ્રમાણે એ પાણીમાં ઉચ્છ્વાસમંત્રો વાયુ દાખલ કરવાથી તેમાંના ચુનાનો ચાક બની જઈ પાણી દૂધ જેવું ઘોળું થશે. (ચુનો ગળાઉ પદાર્થ હોવાથી તેની રજકણો પાણી સાથે એકમેક થઈ જાય છે, તેથી પાણીમાં તે જણાતો નથી; પરંતુ ચાક અગાઉ હોવાથી તેના વડે પાણી ઘોળું બની જાય છે, અને તે થોડા વખતમાં ઠરી જઈને નીચે ખેસે છે.)

સ્લેટપર શ્વાસ મૂકવાથી પાણીનાં ઝીણાં ઝીણાં બિંદુઓ બાઝી જશે. તે ઉપરથી ઉચ્છ્વાસમાં વરાળ હોવાનું સાબીત થાય છે.

પ્ર૦ આપણાં શરીરમાં દહન નિરંતર ચાલે છે તેનો પુરાવો શો ?

ઉ૦ શરીર ગરમ લાગે છે, અને એવુંજ ગરમ હંમેશા રહે છે, તે ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે અંદર દહનક્રિયા થાય છે. આપણાં શરીર બળતા દીવાના જેવાં છે, પરંતુ એમાંની દહનક્રિયા એક સ્થળે ન થતાં શરીરના બધા ભાગમાં પ્રસરેલી છે. તેથી જોત નીકળતી નથી. વળી દહનમાં કાં એં ગેં ઉત્પન્ન થાય છે, તે પ્રમાણે આપણાં શરીરમાં પણ કાર્બન સાથે ઓક્સિજનનો સંયોગ થઈ એ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. એ ઉપરથી શરીરમાં થતી દહનક્રિયા સાબીત થાય છે.

પ્ર૦ એ પ્રકારના દહનથી શરીરમાં જે જે દ્રવ્યોની ખોટ પડે છે તે ક્યાંથી પુરાય છે ?

ઉ૦ ખોરાકનાં પદાર્થો એ ધસારો પુરી નાખે છે.



## પાઠ ૯૩. કાર્બન અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ.

પ્ર૦ કાર્બન કયા કયા પદાર્થમાં રહેલો છે ?

ઉ૦ ખનીજ કાયલો અને આપણો સાધારણ કાયલો એ કાર્બનજ છે. વળી આપણા શરીર, ઝાડ અને છોડવાના અંગમાં, ખડકો અને પથરામાં, તેમાં વિશેષ કરીને ચૂર્ણપાષાણમાં, આરસ, ચાક છત્તાદિમાં તેમજ ખાંડ, લાકડું, ધાન્ય, દૂધ વગેરે વસ્તુઓમાં કાર્બન હોય છે.

પ્ર૦ કાર્બનનાં જુદાં જુદાં ત્રણ રૂપો કયાં છે અને એ સખળા પદાર્થો કાર્બનજ એ સાબીત કરો.

ઉ૦ (૧) સ્પષ્ટિમાં જુદા જુદા પદાર્થો બળવાથી થાય છે તે સાધારણ કાયલો, (૨) શ્રેષ્ઠ નેમાંથી પેન્સિલ અને છે તે, અને (૩) હીરા. એવાં ત્રણ ભિન્ન ભિન્ન રૂપમાં કાર્બનજ માત્ર છે. એની સાબીતી માટે એ ત્રણેનું સરખું પ્રમાણ લઈને બાળવાથી કાં એ ગેસ બને છે તેનું વજન પણ સરખું જ હોય છે તે ઉપરથી સાબીત થાય છે કે એ ત્રણેમાં કાર્બનજ છે, અને બીજું કંઈ તેઓમાં નથી.

પ્ર૦ ખનિજ કાયલાની બનાવટ અને તેનો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉ૦ ખનીજ કાયલો એ કાર્બનનું એક રૂપ છે. એ હજારો વર્ષ પર દટાઈ ગયેલી વનસ્પતિનો બનેલો છે. કાયલો, મેશ, વગેરે વસ્તુઓ કાર્બનના જુદા જુદા પ્રકાર છે. પૃથ્વીના પડોના અતિશય દબાણથી વનસ્પતિ ઘટ ચર્ષ જવાથી અને પૃથ્વીના પેટાની અતિશય ઉષ્ણતાથી કાળી પડી જઈને ખનીજ કાયલા બનેલા છે. એ ઘટ, ભારે, ચળકતો છે. તેમાં સેન્દ્રિય તત્ત્વ વિશેષ

પ્રમાણમાં હોવાથી તેનો તાપ ઘણો સખત થાય છે. સંચાઓ-  
માં, આગગાડીઓ અને આગભેટામાં તેનો ઉપયોગ કરવામાં  
આવે છે. તેમાંથી કાલચાસ કાઢીને રોશનીમાં તેનો ઉપયોગ  
કરાય છે. વળી તેમાંથી ડામર, ખનીજ રંગો, ( જેને એલીઝ-  
રીન રંગો કહેવામાં આવે છે તે.) ખાંડ વગેરે નીકળે છે.

પ્ર૦ ગ્રેફાઇટ એ શું છે અને તેનો ઉપયોગ શો છે ?

ઉ૦ ગ્રેફાઇટ એ કાર્બનનું એક રૂપ છે. એ પદાર્થ કાળો અને ચળ-  
કતો હોઈ કેટલાક જુદા જુદા રૂપમાં મળી આવે છે. એનો ઝીણો  
ભુકો કરીને દાખે છે, એટલે તેનાં ગચીઆં પડે છે. એ ગચીઆં-  
માંથી પેન્સીલોને માટે પાતળી સળીઓ સહેલાઈથી વહેરી  
શકાય છે. વળી રૂપું, સોનું વગેરે ધાતુઓ ગાળવાની કુલ્લીઓ  
ખનાવવામાં તથા કાટ ન ચઢે તે માટે લોઢાનાં વાસણો ઉપર  
ઢાળ ચઢાવવામાં ગ્રેફાઇટ કામ લાગે છે.

પ્ર૦ હીરાની ખનાવટ અને તેનો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉ૦ હીરા એ કાર્બનનું એક રૂપ માત્ર છે. કાર્બન હોવાથી એ બળી  
શકે છે, પરંતુ કાયલાના જેટલી સહેલાઈથી બાળી શકાતો  
નથી. તે અતિશય કઠણ, ચળકતો અને સુંદર પદાર્થ છે. તેનો  
ધરેણાંમાં ઉપયોગ થાય છે. તેની અતિશય કઠણાશને લીધે તેના  
ઉપર કાઠપણુ સખતમાં સખત ધાતુનો લીસોટો થઇ શકતો  
નથી, પણ તે કાય અને કઠણ પત્થર કાપવામાં ખપ લાગે છે.

હીરા પૃથ્વી ઉપરનાં થોડાંક સ્થળો જેવાં કે દક્ષિણ આફ્રિકા,  
બ્રાઝિલ અને હિંદુસ્તાનમાં જડે છે. પરંતુ તે કેવી રીતે બને છે, તે  
વિષે થોડુંજ જાણવામાં આવ્યું છે. હીરાને જમીનમાંથી શોધી કાઢે

છે, ત્યારે તેના પર ધણું કરીને અપારદર્શક પડ બાજેલું હોય છે. એ પડને કાઢી નાખે છે એટલે હીરો ચળકવા માંડે છે. જે પદાર્થો જાણવામાં છે તેઓમાં એ સૌથી સખત છે. ઘરેણાંમાં વાપરવા સારૂ તેને ઘસીને તેના પર પાસા પાડે છે, ત્યારે તેનું તેજ દીપી નીકળે છે. દુનીઆમાં ઇતિહાસપ્રસિદ્ધ હીરો નામે કોહીનુર છે. તેની કીંમત ૬ કરોડ રૂપીઆ છે. તે હાલ આપણા નામદાર શહેનશાહ જ્યોર્જ મહારાજના તાજમાં બીરાજે છે. એનાથી મોટો હીરો દક્ષિણ આફ્રિકાની ખાણમાંથી હમણાં હાથ લાગ્યો છે તેની કીંમત ચુમારે ૯ કરોડ રૂપીઆ છે, તે પણ ના. શહેનશાહ પાસે છે.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસ વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ કાર્બન અને ઓક્સિજનના રસાયની સંયોગથી બનેલો મિશ્ર પદાર્થ છે. સૃષ્ટિમાં એનું કાર્ય બહુ અગત્યનું છે, કેમકે છોડવાના પોષણ અને જીવનનો ધણો આધાર એના ઉપર છે. એ વાયુ સર્વ વાયુઓમાં ભારે હોવાથી એક વાસણમાંથી બીજામાં ફેરી શકાય છે તેથીજ સર્વ વાયુઓ ઉંધા રાખેલા પ્યાલામાં રહી શકે ત્યારે એ છતા રાખેલા પ્યાલામાં રહી શકે છે. એ પાણીમાં ઓગળી શકે છે. તે સ્વાદે ખાટો છે. જે પાણીમાં કાં. એં. ગેં. ઓગળેલો હોય છે તે પાણીમાં કેલ્સિઅમ કાર્બોનેટ એટલે ચાક અથવા ચુનાના પત્થર વધારે ઓગળી શકે છે. કેટલાક પ્રદેશોમાં ચુનાના પત્થર, આરસ, ચાક અથવા કોઈ તરેહના કેલ્સિઅમ કાર્બોનેટના ખડકો હોય છે. વરસાદ વરસે છે ત્યારે હવામાંનો થોડોક કાં. એં. ગેં. વરસાદના પાણીમાં ઓગળે છે. વળી પૃથ્વી ઉપર પાણી પડે છે, ત્યારે

પૃથ્વીના સંસર્ગમાનો એથી એ વધારે કાં એં ગેં મળે છે. એ પાણીથી બનેલાં ઝરણાંમાં કાં એં વાયુ હોવાથી તેઓ જે ખડકો પર થઈને વહે છે. તેઓમાંના ચુનાના કાર્બોનેટને ઓગાળે છે. કેટલાંક વર્ષ પીત્યા પછી તે ખડકો કારાઈને તેમાં ખાડા પડી જાય છે, અને કાંઈ કાંઈ રથળે તે ખાડા એટલા ઊંડા હોય છે કે તેમનાં વિશાળ ભોંયરાં બને છે. જે પ્રદેશોમાં ચુનાના પથ્થર હોય છે, તે પ્રદેશોમાં નદીઓ ધણીવાર જમીનમાં થોડી અથવા સમુજગી અદૃશ્ય થઈ ધણે છેડે સપાટી પર પાછી દેખાવ દે છે. આ પ્રમાણે કાં એં ગેં વડે પૃથ્વીની સપાટીમાં ફેરફાર થાય છે.

પ્ર૦ રસાવણુ જળ કોને કહે છે ?

ઉ૦ જે પ્રદેશમાંનું પાણી ચળકતું હોય તેમાં વિશેષ સ્વાદ હોય છે. એને રસાવણુ જળ કહે છે. એવા પાણીમાં ધાતુના ક્ષાર મળેલા હોય છે. એમાં કાં એં ગેં ઓગળેલો હોવાથી સોડાવોટર, લેમોનેટ, વગેરે બનાવવાનો વિચાર સૂઝ્યો અને એથી એ જાતના વાયુવાર્ણા જળ બનાવવાનો ધંધો ચાલ્યો.

પ્ર૦ કાં એં ગેં ઉત્પન્ન કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ એક ખાલામાં ચાક કે આરસનો ભૂકો લઈ તેના ઉપર મીઠાનો તેજબ (હૈદ્રો ક્લોરિક એસિડ) રેડવાથી રસાયન વ્યાપાર ચાલી કાં એં ગેં છુટી પડશે.

પ્ર૦ ઓક્સિજન ઉત્પન્ન કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ એક તાંબાના વાસણમાં પોટેશ્યમ ક્લોરૈટ અને મેંગેનીઝ ડાયોક્સૈડ એ બંને પદાર્થોનો ભુકો સરખો લઈ તપાવવાથી મંદિથી



ઑકિસજન છુટો પડે છે. એને ભેગો કરવા માટે એક નળી વાટે પાણી ભરેલા વાસણમાં લઈ તે નળીના છેડા ઉપર પાણીથી ભરેલો પ્યાલો ઉઘો વાળવાથી માંહે ઑકિસજન ભેગો કરી શકાશે.

પ્ર૦ નૈટ્રોજન ઉત્પન્ન કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ ખંધ ખરણીમાં ફેસ્ફરસની કકડી બાળવાથી ઑકિસજન ખપી જઈ માંહે નૈટ્રોજન રહેશે. ( માંહે કા૦ ઍ૦ અને વરાળનું પ્રમાણ નહિ જેવું રહેશે. )

પ્ર૦ હૈદ્રોજન ઉત્પન્ન કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ એક વાસણમાં જસતનાં છોડાં લઈ તેના ઉપર ગંધકનો તેજાળ ( સલ્ફ્યુરિક એસિડ ) રેડવાથી હૈદ્રોજન છુટો પડશે.

પ્ર૦ કાલગેસ ઉત્પન્ન કરવાની રીત કહો.

ઉ૦ ખંધ વાસણમાં ખનીજ કાલસાનો લુકા ભરી ખૂબ તપાવવાથી માંહેથી કાલગેસ છુટો પડશે.

પ્ર૦ એમોનિયા ઉત્પન્ન કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ કસોટીની નળીમાં ચુનો અને નવસાર ભેગાં કરી તપાવવાથી એમોનિયા છુટો પડશે.

પ્ર૦ ક્લોરૈન, ગ્લાસ ઉત્પન્ન કરવાની રીત લખો.

ઉ૦ થોડા મીઠાને થોડા માંગાનીસ ઑકસૈડમાં ભેળવો. તે પછી એ મિશ્રણને શીશીમાં નાખી તે ઉપર જળ અને ગંધકના તેજાળનું સમ પ્રમાણનું મિશ્રણ રેડો પછી તપાવો. એમ કરવાથી ભારે, પીળો અને તીક્ષ્ણ વાસવાળો ગ્લાસ મીઠામાંથી છુટો પડશે એજ ક્લોરૈનગ્લાસ. એ વાયુનો દમ લેવામાં આવે તો

ઉધરસ અને ગળસુણું થાય. ઓક્સિજનની માફક એમાં પણ વસ્તુઓ બળી શકે છે. એ વાયુમાં કપડાં નિખારવાની તથા રંગ કાઢી નાખવાની શક્તિ છે. એ વાયુમાં રંગીન કપડું બીનું કરીને થોડીવાર રાખવાથી રંગ ઉડી જશે.

બ્લીચીંગ પાઉડર નામે ભૂફા વેચાતો મળે છે તેમાં ક્લોરૈન છે. અને તે નિખારવાના તથા રંગ કાઢવાના કામમાં આવે છે. એમાંનો થોડો ભૂફા સીસામાં નાંખી તેમાં નખજો કરેલો એટલે પાણી ભેળવેલો ગંધકનો તેજ્ય રેડવાથી પીળો ક્લોરૈન તરત છુટો પડશે.

૫૦ એક ટેબલ પર ઓક્સિજન, નેટ્રોજન કાં એં ગ્યાસ, પાણીની વરાળ, હૈડ્રોજન, ક્લોરૈન, કોલગ્યાસ, એમોનિયા વગેરે જુદા જુદા વાયુથી ભરેલાં વાસણો પડ્યાં છે તેમાંના વાયુ શી રીતે પારખી શકશો ?

ઉં પ્રથમ તો સર્વ વાયુઓમાં કાં એં વાયુ ભારે હોવાથી ઉંધાં વાળેલાં પાત્રોમાં તે રહી શકતો નથી, તેથી એ વાયુ ભરેલાં પાત્રો ચતાં હોવાં જોઈએ. આ પ્રમાણે ચતાં ભૂફાં પાત્રોમાંના કયામાં એ વાયુ છે અને કયામાં સાધારણ વાતાવરણ છે. તે તપાસવા માટે સળગતી મીણુત્તી લઈ તેમાં ધરી જોવી. જે હવામાં બળી શકે છે, તેવીજ રીતે તેમાં બળી શકે તો પાત્રમાં વાતાવરણજ છે, અને હોલવાઈ જાય તો કાં એં વાયુ છે એમ સમજવું. અથવા નીતયું ચૂર્ણજળ રેડવાથી જે વાસણમાં ફૂંધ જેવું ધોળું થઈ જાય તેમાં કાં એં વાયુ છે એમ જણવું. કોલગ્યાસ અને ક્લોરૈન બંને રંગે પીળચટા હોવાથી બીજા

વાયુઓથી એ ઝટ ઓળખાઈ આવશે. એમાંનો કલોરૈન બારે હોવાથી ચતા પાત્રમાં રહી શકે અને કોલગ્યાસ હલકો હોવાથી ઊંધા પાત્રમાં રહી શકે. ઘોડનાળ આકારની નળી વાટે બહાર કાઢી સળગાવી જોવાથી ઝટ જણાઈ આવશે. સળગી શકે તો કોલગ્યાસ અને ન સળગી શકે તો કલોરૈન સમજવો.

કલોરૈન, એમોનિયા અને કોલગ્યાસની કડક વાસ આવે છે; પરંતુ તેમાંનો કોલગ્યાસ બળી શકે એવો વાયુ છે, કલોરૈન પીળ-ચટો વાયુ છે, અને એમોનિયા રંગહીન વાયુ છે. તેથી તેઓ પરખાઈ આવે છે.

હવે બાકી રહેલાં પાત્રો ઊંધાં મૂકેલાં હશે તેમાંના કયામાં વરાળ છે તે જાણવા માટે (ખરેખરી વરાળ રંગહીન અને અદૃશ્ય છે.) પાત્ર ઉપર ખરફના ગાંગડા મૂકી જોવા. જેમાં વરાળ હશે તે પાત્રમાં વરાળ ઘટ થઈ ધુમાડા સ્વરૂપે દૃષ્ટિએ પડશે.

બાકી રહેલાં પાત્રોને ઊંચાં કરી માંહે સળગતી મીથુનત્તી ધરવી, સાધારણ વાયુમાં બળી શકે છે તેના કરતાં વધારે ઝગઝગાટથી બળે તે વાયુ ઓકિસજન જાણવો.

નૈટ્રોજન દહનને મદદ કરતો નથી તેથી ઊંધાં રાખેલાં વાસણો પૈકી જે વાસણમાં મીથુનત્તી હોલવાઈ જાય તેમાં નૈટ્રોજન છે એમ સમજવું વળી એ વાયુ વડે ચૂર્ણજન ઘોળું દૂધ જેવું થશે નહિ.

હૈડ્રોજન વાયુમાં બળતો પદાર્થ હોલવાઈ જાય છે પરંતુ એક સાંકડી ઘોડનાળ આકારની નળીદ્વારા બહાર કાઢી સળગાવીએ તો એ શાંતપણે બળે છે; અને એની જોત ઉપર જે કાચનો ખામો ધરીએ તો માંહે પાણીનાં ટીપાં બંધાએલાં જણાશે કેમકે એ જળજનક વાયુ છે.

## પાઠ ૬૪. ગ્રહો-મંગળ, વચમાંના નાના ગ્રહો અને બૃહસ્પતિ.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહેવાય ? અને તે કયા કયા છે ?

ઉ૦ આકાશમાં સૂર્યની આસપાસ ફરનારા પૃથ્વીના જેવા જે ગો-  
ળાઓ છે તેમને ગ્રહ કહેવામાં આવે છે. બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી,  
મંગળ, ( પેસ્ટા, પાલાસ, જુનો વગેરે ૨૦૦ નાના તારુનું  
ઝુંડ ), બૃહસ્પતિ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન એવા આઠ  
ગ્રહો આવેલા છે. તેઓમાં બુધ સૂર્યની છેક પાસેમાં પાસેનો  
અને નેપ્ચ્યુન દૂરમાં દૂરનો છે.

પ્ર૦ ગ્રહ અને તારામાં ભેદ છે ?

ઉ૦ અંધારી રાતે આકાશમાં જે અમંજ્ય ચાંદરણાં દેખાય છે  
તેમને તારા કહેવામાં આવે છે. એ ધણા દૂર હોઈ બધા સૂર્યો  
છે. અને આપણા સૂર્યની પેઠે તેમને પણ સૂર્યમંડળો છે. ગ્રહ  
અને તારામાં મુખ્ય ભેદ એ છે કે તારાનું તેજ ઝબુક ઝબુક  
થાય છે, અને ગ્રહનું તેજ સ્થિર દેખાય છે.

પ્ર૦ આકાશમાં એ બધા ગ્રહો શોધી કાઢવા સુલભ પડે એવું તેમનું  
ઝોળખાણુ આપો.

ઉ૦ બુધ અને શુક્ર એ ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર આવેલી  
છે. તે બંને સૂર્યાસ્ત પછી અથવા સૂર્યોદય પહેલાં માત્ર થોડી-  
વાર લગી જોઈ શકાય છે. બુધ સૂર્યની તદ્દન થડમાં છે, અને  
સૂર્ય ઊગ્યા પહેલાં અથવા આથમ્યા પછી વધારેમાં વધારે ૧૩  
કલાક લગી ક્ષિતિજની ઉપર રહે છે. એ કારણથી જે દેશોમાં

વિશેષે કરી લાંબા વખત લગી ઝળઝળું રહે છે તે દેશોમાં બુધને જોવાનું કામ મુશ્કેલ છે. એવું કહેવાય છે કે કોપર્નિકસ નામે પ્રખ્યાત ખગોળવેત્તા પોતાની આખી જીંદગીમાં બુધ ગ્રહ જોઈ શક્યો ન હતો. હિંદુસ્તાનમાં તો વરસમાં ટેલકીક વાર તે સહેલાઈથી જોઈ શકાય છે. ચંદ્રની પેઠે એની કળા બદલાય છે, પણ તે દુરળીનમાંથીજ જણાઈ શકે છે. તે ઝાંખો અને ક્ષિતિ-જથી થોડોજ ઉચો દેખાય છે.

સર્વ ગ્રહોમાં શુક્રનું તેજ વધારે હોવાથી તેને શોધી કાઢવાની ઝાઝી મુશ્કેલી પડતી નથી. ગામડીઆ લોકો એને ઠગલીઈ નામે ઓળખે છે. એ પણ વર્ષના કેટલાક માસ સૂર્યાસ્ત પછી થોડો સમય અને કેટલાક માસ સૂર્યોદય પહેલાં થોડો વખત દેખાય છે. અંધારી રાતે શુક્રનું તેજ ઘણું જણાય છે, અર્થાત ચંદ્રની કંધક ખોટ પુરે છે તેથી અજ્ઞાન લોકો માને છે કે ચંદ્રના મુલા પછી એ તેની જગા લેશે.

મંગળ ગ્રહ રતાશ પડતો દેખાય છે તેથીજ એને લોહીતાંગ કહેવામાં આવે છે. એને રંગ ઉપરથી સહેલાઈથી ઓળખી શકાય છે.

બૃહસ્પતિ અને શનિ એ બે ગ્રહોમાં બૃહસ્પતિ કરતાં શનિ ઝાંખો દેખાય છે.

બાકીના બે ગ્રહો નરી ઝાંખે જોઈ શકાતા નથી.

પ્ર૦ ચંદ્રના અને બહારના ગ્રહો એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહની કક્ષા ( સૂર્યની આસપાસ ફરવાનો માર્ગ. ) પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર આવી જાય છે તે ચંદ્રના અને જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાથી બહાર છે તે બહારના ગ્રહો કહેવાય છે. બુધ

અને શુક્ર એ અંદરના અને મંગળ, ગુરુ કે બૃહસ્પતિ, શનિ, મુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન એ બહારના ગ્રહો છે.

પ્ર૦ સંક્રમણ એટલે શું ?

ઉ૦ સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચેમાં કાંઈપણ ગ્રહનું આવવું તે.

પ્ર૦ કયા ગ્રહોનું સંક્રમણ થતું નથી અને શા કારણથી ?

ઉ૦ બહારના ગ્રહોનું સંક્રમણ થતું નથી, કારણ કે તેઓની કક્ષા બહારની બાજુએ આવેલી છે.

પ્ર૦ જે ગ્રહ પૃથ્વીને ધણી વાતે મળતો આવતો હોય તેની નોંધ કરો.

ઉ૦ પૃથ્વીને ધણી વાતે મળતો આવે એવો ગ્રહ મંગળ છે. એ ગ્રહ રતાશ પડતો હોવાથી આકાશમાં ઝટ ઓળખાઈ આવે છે. તે સૂર્યથી ૧૪ કરોડ મૈલ દૂર છે, અને પોતાની ધરી ઉપર ૨૪ $\frac{1}{2}$  કલાકમાં અને સૂર્યની આસપાસ ૬૮૭ દિવસમાં ફરી રહે છે. અર્થાત્ એનો દિવસ લગભગ આપણા દિવસ જેટલો લાંબો અને વર્ષ લગભગ આપણાથી બમણું મોટું છે. એની ધરીની વાંકાશ ૨૮° છે એટલે લગભગ આપણા જેવોજ ઋતુ-ભેદ મંગળ ઉપર થવો જોઈએ, પણ તેનો કાળ બમણો હોવો જોઈએ, તેનું કદ પૃથ્વીના  $\frac{1}{10}$  જેટલું છે. આ પ્રમાણે મંગળ ધણી વાતે આપણી પૃથ્વીને મળતો છે. વળી આપણી પેઠે મંગળમાં વાતાવરણ પણ છે, અને ધણીવાર તેમાં વાદળાં દેખાય છે. પૃથ્વી અને મંગળમાં મોટો તફાવત એ છે કે મંગળમાં પાણી કરતાં જમીન ચાર ગણી છે અને પૃથ્વી પર જમીન કરતાં પાણી ચાર ગણું છે. વળી સૂર્યથી વધારે અંતરે હોવાથી તેને આપણાથી માત્ર અધીં ઉજ્જ્યતા અને પ્રકાશ મળે છે.

સૂર્યથી મંગળનું અંતર શુમારે ૧૪ કરોડ મૈલ દૂર છે, એની અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવે છે, ત્યારે એનું બેશ અવલોકન થઈ શકે છે; કેમકે તે વેળાએ મંગળ છેક આપણી થડમાં આવે છે. અને સૂર્યની સામી બાજુએ હોઈ જવડો દેખાય છે તેથી બમણો મોટો દેખાય છે. એવે વખતે આપણે એને દુરબીનમાંથી જોઈએ, તો એની સપાટી ચળકતી દેખાય છે, અને વચ્ચે વચ્ચે કાળો ભાગ દેખાય છે. જે ચળકતું દેખાય છે તે પાણી અને કાળું દેખાય છે તે જમીન છે. મંગળ પ્રકાશિત દેખાય છે તેનું કારણ એવું ધારવામાં આવે છે કે એની જમીનમાં આપણી રાત્રી માટીના જેવું પુષ્કળ દ્રવ્ય છે. અને ધ્રુવની સપાટી ઘોળી દેખાય છે, અને જુદે જુદે વખતે ઘોળા દેખાતા ધ્રુવનું નિરીક્ષણ કરવાથી જણાય છે કે એક ધ્રુવમાં સપાટીનો વિસ્તાર વધે છે, ત્યારે બીજા ધ્રુવમાં ઘટે છે અને બીજા ધ્રુવમાં વધે છે, ત્યારે પહેલામાં ઘટે છે. એ પરથી એવું અનુમાન થાય છે કે બંને ધ્રુવમાં ઝરફ હોવો જોઈએ, અને એક ધ્રુવમાં ઉનાળો હોય ત્યારે બીજા ધ્રુવમાં શિયાળો હોવો જોઈએ. ઉનાળો બેસે છે ત્યારે ઝરફ ઓગળી જાય છે.

મંગળને બે નાના ઉપગ્રહો છે, તેઓ તેની આસપાસ ફરે છે. એક ઉપગ્રહ ૩૦૬ કલાકમાં અને બીજો ૭૬ કલાકમાં એક ફેર ફરે છે.

૩૦ મંગળ અને જૂહરપતિ વચ્ચેના નાના ગ્રહો વિષે શું જાણો છો?

ઉ૦ એ નાના ગ્રહોનું શુમારે ૨૦૦ નું ઝુંડ છે. તેઓ અતિશય નાના છે. તે કોઈ મોટા ગ્રહના કડકા હશે એવું ધારવામાં આવે છે, તેમનો શોધ ગણિતના હિસાબ પરથી થયો છે. તેમાંના

વેસ્ટા, પાલાસ, જુનો વગેરે મુખ્ય ગ્રહો પણ ભાગ્યેજ નરી આપે દેખી શકાય છે.

૫૦ જૂહસ્પતિ વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ એનું ખીજું નામ ગુરુ છે. એ નામ પરથી જાણાય છે કે તે બધા ગ્રહોનો નાયક છે. સૂર્યથી એનું સરાસરી અંતર ૪૮ કરોડ મૈલ છે. ( સરાસરી કહેવાનું કારણ એ છે કે બધા ગ્રહોની કક્ષા લંબગોળ છે.) એ આપણી પૃથ્વીથી ૧૩૦૦ ગણો મોટો છે, પરંતુ એનું દ્રવ્ય પૃથ્વીના દ્રવ્ય કરતાં હલકું છે.

લગભગ આપણાં બાર વર્ષ જેટલું એનું એક વર્ષ છે, અને એનો દિવસ ૧૦ કલાકનો છે. પૃથ્વી કરતાં ૨૭ ગણા વેગથી ફરે છે.

એને દુરબીનમાંથી જોતાં તે ધ્રુવ આગળથી ચપટો દેખાય છે. બ્રમણની અતિશય ત્વરાને લીધે એવું દેખાતું હશે, એમ લાગે છે. વળી એના પૃષ્ઠ પર કેટલાક પટા અને ચિન્હો જોવામાં આવે છે. તેઓ નિરંતર બદલાયાં કરે છે. તેઓ વાદળોમાંનાં બાકાં હોય એવું સંભવે છે.

જૂહસ્પતિને પાંચ ઉપગ્રહ છે. ( ઠાઈક મતે સાત છે.) તેઓનું કદ લગભગ સરખું છે, પરંતુ જૂહસ્પતિથી તેનું અંતર બિન બિન છે. તેથી એમને જૂહસ્પતિની આસપાસ ફરતાં અનુક્રમે ૧, ૨, ૩, ૪ અને ૫ દિવસ લાગે છે. એ ઉપગ્રહોમાંના એકજ એટલે છેલ્લા ઉપગ્રહની કક્ષાની જોઈએ તેટલી વાંકાશ હોવાથી સૂર્ય અને જૂહસ્પતિને જોડનારી લીટી ઉપર તે જઈ શકે છે. એ કારણથી ખીજા ઉપગ્રહોનાં ગ્રહણ જ્યારે જ્યારે વચ્ચે આવે ત્યારે થાય છે, અને એનું માત્ર ઠાઈ વાર થાય છે. જૂહસ્પતિની ધરીની વાંકાશ બહુ થોડી



છે, તેથી નહિ જોવોજ ઋતુભેદ થાય છે. એને આપણી પૃથ્વીમાં  
૬ જેટલી ગરમી અને તેજ મળે છે.

એ ગ્રહ ધ્રુવ આગળ ચપટો છે, તેથી તથા ખીજાં કારણોથી  
એવું માનવામાં આવે છે, કે એના પૃષ્ઠ ઉપર પૃથ્વીના જેવો નક્કર  
પોપડો બંધાય એટલો તે અદ્વાપિ ઠંડો પડ્યો નથી. એ સ્વપ્રકાશક  
છે, અર્થાત્ નાનો સૂર્ય હોઇ એને પોતાના પાંચ ગ્રહો છે તેઓ એની  
આસપાસ ફરે છે.



## પાઠ ૯૫. ગ્રહો-શનિ, યુરેનસ, અને નેપ્ચ્યુન.

૫૦ શનિગ્રહનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ આકાશમાં નરી આંખે જોતાં એ ગ્રહ નાનો અને ઝાંખો દેખાય  
છે. તેને દુરબ્બીનમાંથી જોઈએ તો શનિ ધણો લઘ્ય દેખાય છે.

એવી લઘ્યતા ખીજા કાષ્ટપણ ગ્રહમાં જોવામાં આવતી નથી.

શનિ મોટો ગોળો હોઇ એને ફરતી જુદા જુદા રંગની મેખ-  
લાઓ છે. એ મેખલાઓનો રંગ ધ્રુવ આગળ આસમાની, મધ્યમાં  
ધોળો, અને ખીજા ભાગમાં પીળો છે. એના પર ઠામ ઠામ ભુરા,  
જાંબુડા અને ભિન્ન ભિન્ન તરેહના ખીજા રંગોના આશ્ચર્યકારક ડાઘા  
દેખાય છે. એ ગોળાના મધ્ય ભાગ અથવા વિષુવવૃત્તને વિંટાએલાં  
જુદા જુદા રંગનાં ત્રણ ચક્ર જોવામાં આવે છે. બહારનાં એ ચક્ર  
અતિશય તેજસ્વી હોઇ એક એકથી વિખુટાં છે. ત્રીજું ચક્ર મધ્ય  
ભાગની લગલગ અડોઅડ અને પારદર્શક છે. વચ્ચેના ચક્રનું તેજ  
અનુપમ છે, અને તેનો રંગ કાષ્ઠવાર જાંબુડો દેખાય છે. એ ચક્રો  
નાના ઉપગ્રહો અથવા ખરતા તારાનાં જુમખાં છે. એવી કલ્પના  
કરવામાં આવે છે. તેઓ પોતાના મુખ્ય ગ્રહની આસપાસ નિરંતર

બ્રમણ કરે છે. તેમના પર થોડા ડાઘા છે તે પરથી હર્શલે એ ચક્રોનો ફરવાનો કાળ નક્કી કર્યો હતો. શનિના બ્રમણનો કાળ ૧૦૬ કલાકનો છે, તેટલો લગભગ એ ચક્રોનો છે.

ઉપર કહેલાં ચક્રો સિવાય શનિને આઠ ઉપગ્રહો (કાષ્ઠક મતે નવ) છે. એ ઉપગ્રહો વધારે શક્તિવાળા દુરબીનમાંથીજ માત્ર જોઈ શકાય છે.

શનિમાં પૃથ્વીના જેવો ઋતુભેદ થાય છે. ફેર એ છે કે તેની દરેક ઋતુ આપણી ઋતુ કરતાં લગભગ ત્રીસ ગણી લાંબી છે. તેમાં વાતાવરણ છે કે નહિ, તેનો નિશ્ચય થયો નથી. પરંતુ હર્શલની કલ્પના એવી હતી કે તેમાં વાતાવરણ છે. વળી એના ધ્રુવમાં બરફ છે એવું તેણે શોધી કાઢ્યું હતું, બૃહસ્પતિના ગોળાની પેઠે શનિનો ગોળો ધ્રુવ આગળ લગભગ ચપટો છે. સામટ મેળે જોતાં બૃહસ્પતિ અને શનિ બંને વાતે મળતા આવે છે. શનિ પૃથ્વી કરતાં સાતસેં બણો મોટો છે, છતાં તે માત્ર નેવું ગણો ભારે છે. એવું ધારવામાં આવ્યું છે કે બૃહસ્પતિના ગોળાની પેઠે શનિનો ગોળો સ્વપ્રકાશક છે. બંધું કરીને એના પૃષ્ઠ ઉપર પોપડો અઘાપિ બંધાયો નથી.

૩૦ યુરેનસગ્રહ વિષે ટુંકી નોંધ કરો.

ઉ૦ યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન એ ગ્રહો નરી આખે જોઈ શકાતા નથી. યુરેનસનો શોધ હર્શલે સને ૧૭૮૧ માં કર્યો. તે ધૂમકેતુ છે એવું પ્રથમ તેણે ધાર્યું હતું; પરંતુ બળવાન દુરબીનમાંથી જોતાં તેને જણાયું કે તે સૂર્યમાળાનો એક ગ્રહ છે, એનું અંતર ૧૭૮ કરોડ માઇલ છે. તેને સૂર્યની આસપાસ ફરતાં યુમારે ૮૪ વર્ષ લાગે છે. પૃથ્વી કરતાં તે બોતેરગણો મોટો છે, અને તેને ચાર ઉપગ્રહ છે.

પ્ર૦ નેપચ્યુન વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ યુરેનસનો શોધ થયો, ત્યારે સૂર્યની આસપાસ ફરવાના યુરેન-  
સના માર્ગમાં કંઈક વિષમતા છે. એવું ખગોળવેત્તાઓને લાગ્યું  
અને શોધી કાઢેલા અહો સિવાય કોઈ બીજા અહની અસરથી  
એ વિષમતા થતી હશે, એવી તેના મનમાં શંકા ઉઠી. જુદાં  
જુદાં સ્થળોના ખગોળવેત્તાઓએ એ બાબતનું મનન કર્યું અને  
ચોકસ ગણતરી કર્યા પછી બે ખગોળવેત્તાઓએ એકજ વખતે  
એક નવો અહ શોધી કાઢ્યો, અને તેનું નામ નેપચ્યુન પાડ્યું.  
સૂર્યથી તેનું અંતર ૨૭૮ કરોડ માર્કસ છે, અને તે ૧૬૪  
વર્ષમાં સૂર્યની એક પ્રદક્ષિણા કરે છે. તે પૃથ્વી કરતાં અઢાણું  
ગણો મોટો છે. અને તેને એક ઉપગ્રહ છે.

## પાઠ ૬૬. નેપચ્યુલા અથવા નિહારિકા.

પ્ર૦ તારા વિષે નોંધ કરો.

ઉ૦ સૂર્યની આસપાસ ફરનારા અહો સિવાય અંધારી રાતે જે અ-  
સંખ્ય તારા દેખાય છે તે બધા સૂર્ય છે, અને તે દરેકને પાછું  
અહોનું મંડળ છે. એ તારા અગણિત છે; તથાપિ જ્યોતિષી-  
ઓએ તેમની ગણતરી કરી છે. અને નરી આંખે શુમારે ૬૦૦૦  
તારા દેખી શકાય છે, એવો અડસટ્ટો કાઢ્યો છે. પરંતુ જે  
ઠેકાણે નરી આંખે એકજ તારા દેખી શકાય, તે ઠેકાણે સેંકડો  
અથવા હજારો તારા દુરબીનમાંથી જોવામાં આવે છે. માણસે  
બનાવેલા દુરબીનમાંથી દેખી ન શકાય એવા બીજા કેટલા તારા  
હશે. તે કહી શકાતું નથી,

એ સઘળા તારા તે સૂર્યો છે. કેટલાક તારા આપણા સૂર્ય કરતાં પણ મોટા છે, પરંતુ તેઓ નાના દેખાય છે, કારણ કે તેઓ એટલે અધે અંતરે છે કે તે આપણા મનમાં પણ ઉતરી શકતું નથી. એ અંતરનો વિચાર આણુવા માટે એટલુંજ કહી શકાય, કે સૂર્ય-માંથી આપણી પૃથ્વી પર આવતાં પ્રકાશને આસરે આઠ મિનિટ લાગે છે, પરંતુ છેક પાસેના તારામાંથી પૃથ્વી પર આવતાં પ્રકાશને શુમારે ૩૩ વર્ષ લાગે છે! અને કેટલાક તારામાંથી તો આપણી પૃથ્વી પર આવતાં પ્રકાશને ત્રણ ચાર હજાર વર્ષ લાગે છે!!

પ્ર૦ નેબ્યુલા અથવા નિહારિકાના સ્વરૂપનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ આપણી સૂર્યમાળા પછી બ્રહ્માંડનો ઇતિહાસ તપાસતાં તારા આવે છે, અને તારાને મૂકીને આગળ વધતાં જે ધોળાં અને ચક્રચક્રિત ધાખાં દેખાય છે તે વરાળના મોટા સમૂહો હોઈ તેને નેબ્યુલા અથવા નિહારિકા કહેવામાં આવે છે. તે નરી આંખે ન દેખાતાં સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ નામે યંત્રમાંથી જણાય છે. નરી આંખે જે ચક્રચક્રિત ધાખાં જેવું દેખાય છે તે તારાનાં ઝુમખાં માલમ પડે છે. તેમનાં ૩૫ લિન્ન લિન્ન છે. કેટલાંક માત્ર મોટાં વાદળાં છે. અને કેટલાક વધારે ચળકતા હોઈ વધારે નાના છે. વળી કેટલાક નિહારિકા નાના તારાનાં ઝુમખાં છે. કેટલાક મોટા તારા હોઈ તેમની આસપાસ વાદળાં વીટાળેલાં છે. કેટલાકના આકાર સરખા અને કેટલાકના જુદા છે. આકાર માટે જુઓ સાતમી ચોપડી પાઠ ૯૬ ની આકૃતિ.

પ્ર૦ ખગોળવેત્તા દર્શાવે તારાની ઉત્પાત્ત વિષે શું વિવેચન કર્યું છે?

ઉ૦ દર્શાવે નિહારિકાની વર્ગીકૃતિ કરી ત્યારે તેણે ધાર્યું કે તારાનું પ્રથમ સ્વરૂપ નિહારિકા છે. મતલબ કે નિહારિકામાંથી તારા

થયા છે, આકાશમાં રહેલા ચક્રચક્રિત વાદળાંના સમૂહ જે નિહારિકા નામે ઓળખાય છે તેમાંથી વરાળ હળવે હળવે ટાઢી પડી છેવટે ઘટ થાય છે, અને તેનો તારો અથવા તારાનું ઝુમખું બને છે. આ ઉપરથી તે એમ અનુમાન કરે છે કે જે નિહારિકા ઝાંખા માલમ પડે છે તેમાં ધનીકરણ (વરાળ વગેરેનું ઘટ થવું તે)નો આરંભ થયો છે, અને જે નિહારિકા નાના હોઈ વધારે ચળકતા દેખાય છે તેમાં વિશેષ ધનીકરણ થયું છે. કારણકે જેમ જેમ ધનીકરણ થતું જાય છે તેમ તેમ તે નાના થતા જાય છે, અને પ્રકાશ વધતો જાય, એમ કરતાં કરતાં પૂરેપૂરું ધનીકરણ થઈ રહે ત્યારે તારો અથવા તારાનું ઝુમખું નજરે પડે. પરંતુ નિહારિકામાંથી તારો કે તારાના સમૂહ બને એટલી ક્રિયા થતાં અસંખ્ય વર્ષો લાગે છે. તેટલી મુદત માણસ જીવી શકતું નથી, પરંતુ એ બધાં વિદ્વાનોનાં અનુમાન છે.

## પાઠ ૯૭. નિહારિકામાંથી ગ્રહો વિગેરેનું બનવું.

પ્ર૦ આપણી સૂર્યમાળાની ઉત્પત્તિ નિહારિકામાંથી થઈ છે એ માટે શા પુરાવા છે ?

ઉ૦ નિહારિકામાંના વાયુઓ અને વરાળના ધનીકરણથી તારા બનેલા છે તેજ નિયમાનુસાર આપણી સૂર્યમાળા એક મોટો નિહારિકા હોઈ તેનો વિસ્તાર નેપ્ચ્યુનની કક્ષા પર્યંત અથવા કદાચ તેની પેલીમેર હતો. તે ધીમે ધીમે ભ્રમણ કરી મધ્યાકાશિક (મધ્યર્ષિદુ-માંથી થતા આકર્ષણ)ને લીધે ધીમે ધીમે સંકોચાતો અને ઠંડો પડતો ગયો, જેમ જેમ સંકોચન થતું ગયું તેમ તેમ ભ્રમણનો વેગ વધતો ગયો, અને ઝડપથી દોડતી ગાડીના પૈડાથી કાદવ

હિડીને દૂર પડે છે તેમ મધ્યોત્સારી બળ (છૂટા પડવાનું બળ) મધ્યાર્કષિક બળ કરતાં વધારે હોવાથી નિહારિકાનું થોડુંક દ્રવ્ય છુટું પડ્યું; પણ વચલા મોટા ગોળાની આસપાસ આ દ્રવ્યનું એટલે છુટા પડેલા ભાગોનું ભ્રમણ ચાલુ રહ્યું, અને વળી તેની તેજ દિશામાં તેમણે પોતાની ધરીપર ફરવા માંડ્યું. વળી તેઓ મધ્યમાંના મોટા ગોળા કરતાં ઘણા વહેલા ઠંડા પડવા માંડ્યા. એ ઠંડા પડેલા ભાગો તે ગ્રહો બન્યા, અને વચલા મોટા ગોળાનો સૂર્ય થયો. એવીજ રીતે ગ્રહોમાંથી છુટા પડેલા ભાગોના ઉપગ્રહો બન્યા. આને મળતો પુરાવો એ થાય છે કે ગ્રહોની વિશેષ હકીકતમાં જણાવ્યા પ્રમાણે બૃહસ્પતિ, શનિ, યુરેનસ, નેપ્ચ્યુન વગેરે બહારના ગ્રહોના પૃથ્થપર પૃથ્વીના જેવો નક્કર પોપડો બંધાય તેટલા એ અઘાપિ ઠંડા પડ્યા નથી, અને સ્વ-પ્રકાશિત છે, તે ઉપરથી ઉપરનું અનુમાન ખરું કહી શકાય છે. તે ઉપરાંત સૂર્યમાં હજુ પણ ધનીકરણ થાય છે એ ખીનાથી પણ એની સિદ્ધિ થાય છે.

પ્ર૦ સૂર્યમાં હજુ પણ ધનીકરણ થાય છે તેનો શો પુરાવો છે?

ઉ૦ સૂર્યમાં વાયુઓનું નિરંતર ધનીકરણ થાય છે તેથી તેનું કદ ઘટે છે, અને વાયુઓના ધનીકરણથી જે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે, તે કિરણરૂપે સૂર્યમાંથી જે ગરમી નીકળી જાય છે તેની ખોટ પૂરી પાડે છે. એની એવી ગણતરી થઈ છે કે સૂર્યનો બ્યાસ દરવર્ષે ૨૨૦ ફૂટ સંકોચાય છે તેને લીધે દર વર્ષે તેમાંથી નીકળતી ગરમીની ખોટ પૂરી પડે છે.

પ્ર૦ સૂર્યમાં ધનીકરણ થતાં છેવટ શું પરિણામ આવશે?

ઉ૦ સૂર્યનું નક્કર રૂપ અઘાપિ થયું નથી, પણ અર્ધવાયુરૂપ છે. તે

તમામ વાયુરૂપી પદાર્થ ઘટ થયા પછી ( ધનીકરણ થઈ રહ્યા પછી ) નવી ગરમી ઉત્પન્ન થશે નહિ, અને સૂર્ય વધારે ઠંડો પડી આપણી પૃથ્વીપર જેવો પોપડો બાઝ્યો છે, તેવો નક્કર પોપડો તેપર બંધાશે, પછી સૂર્ય હમણાં જેવો પ્રકાશ આપે છે તેવો પ્રકાશ આપશે નહિ, અને ચંદ્ર જેમ લાંબા સમયથી ઠંડો પડી ગયો છે તેના જેવી સ્થિતિ છેવટે તેની થશે.

પ્ર૦ આટલો બધો પ્રકાશ સૂર્યમાંથી કમી થાય છે તેની ખોટ કેવી રીતે પુરાતી હશે ?

ઉ૦ સૂર્યના વાયુનું ધનીકરણ થયાં કરે છે તેથી ખોટ પૂરી પડે છે, તે ઉપરાંત અસંખ્ય ખરતા તારા તેમાં ખેંચાઈ આવે છે તેથી પણ સૂર્યનું દ્રવ્ય ખૂટી જવાનો સંભવ ઓછો રહે છે.

પ્ર૦ સૃષ્ટિનું મૂળ સ્વરૂપ નિહારિકા છે, તો નિહારિકાનું મૂળ સ્વરૂપ શું હશે ?

ઉ૦ એને માટે એવું અનુમાન કરવામાં આવે છે કે બ્રહ્માંડમાં પ્રથમ એકજ વાયુરૂપ પદાર્થ હતો. તેમાંથી હૈદ્રોજન ઉત્પન્ન થયો, અને એ વાયુમાંથી અમિનાં ભિન્ન ભિન્ન તરવોવાળી રજકણો બની, એ રજકણો એકઠી મળી નિહારિકા થયા.

## પાઠ ૯૮. પૃથ્વીનો ઇતિહાસ.

પ્ર૦ પૃથ્વીના બંધારણની હકીકત સમજાવો.

ઉ૦ આકાશી સર્વ ગોળાઓનું મૂળ નેબ્યુલા અથવા નિહારિકા છે, એમાંથી ધનીકરણ થઇને વાયુઓના ઘટ જથ્થાઓ બંધાયા અને પછી તેવા એક મોટા સમૂહમાંથી આપણો સૂર્ય અને તેમાંથી ફેટકુંક દ્રવ્ય છુટું પડી પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો બન્યા. આ

પ્રમાણે પૃથ્વી એ આરંભમાં ધગધગતો ગોળો હોઈ તેના ઉપર પોપટો બંધાયો નહોતો એટલે તેના ઉપર પ્રાણી કે વનસ્પતિ કંઈ નહોતું. પછી ધીમે ધીમે એ વાયુ સમૂહ ઠંડો પડતો ગયો, અને તેના ઉપર પોપટો બંધાયો, આરંભમાં વનસ્પતિ અને દરિયાઈ પ્રાણીઓ ઉત્પન્ન થયાં. એ બધાની નિશાનીઓ જમીનના પોપડામાં અઘાપિ જોવામાં આવે છે.

પ્ર૦ પૃથ્વીના બંધારણનો તથા તેના ઉપરનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિને લગતો ઇતિહાસ કેવી રીતે જાણવામાં આવે છે ?

ઉ૦ પૃથ્વીના પોપડામાં રહેલા જુદા જુદા ખડકો અને ઉત્ખાત થઈ ગયેલા વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના અવશેષ ઉપરથી ઇતિહાસ નક્કી થાય છે.

પ્ર૦ એ પડામાં કઈ કઈ રચના જોવામાં આવે છે, અને તેના ઉપરથી શીશી બીના જાણવામાં આવે છે ?

ઉ૦ કોઈ કોઈ જગાએ કાયલાના થર જોવામાં આવે છે તે ઉપરથી પહેલાં કઈ કઈ જાતના છોડવા અને ઝાડ ઉગતાં હશે તે જાણવામાં આવે છે. કારણકે એ કાયલા બળવાથી નહિ પરંતુ દટાયાથી જમીનમાં ઘણો વખત રહેવાથી બનેલા છે. તેથી કેટલાક છોડવાનાં પાંદડાં, વગેરેના આકાર માલમ પડે છે. કોઈ કોઈ જગાએ દરિયાઈ પ્રાણીઓનાં ખોખાં તથા તેના અવશેષો માલમ પડે છે તે ઉપરથી એવું અનુમાન થાય છે કે પ્રાચીન સમયમાં તે સ્થળે દરીઓ હોઈ તેમાં જીવતાં પ્રાણી વસતાં હતાં. આવી આવી બાબતો તપાસવાને ખડકોના વર્ગ પડ્યા છે. તે ઉપરથી પૃથ્વીનો ઇતિહાસ માલમ પડે છે.

પ્ર૦ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ જાણવા માટે ખડકોના વર્ગ પાડવામાં કઈ



આખતો જ્ઞાનમાં રાખવામાં આવી છે અને એ ખડકોનાં સ્વરૂપ ઉપરથી શા ઇતિહાસ મળે છે ?

ઉ૦ તેમાં જીવતાં પ્રાણીઓના શેષો હોય છે કે નથી હોતા તે પ્રમાણે અને એવા શેષોના સ્વરૂપ પ્રમાણે ખડકોના વર્ગ પાડ્યા છે. ખડકોના છેક તળીયાના અને જુના થરોમાં પ્રાણી કે વનસ્પતિની કંઈપણ નિશાની દેખાતી નથી; પરંતુ એ થરો બંધાયા ત્યારે પ્રાણી કે વનસ્પતિ નહોતા એમ કહી શકાય નહિ. ગરમી અને દબાણથી તેમનું એટલું તો રૂપાંતર થયું છે કે તેમની મૂળ રચના ભુંસાઈ ગઈ છે, અને તેઓમાં જીવતી વસ્તુની નિશાનીઓ હશે તોપણ હવે તે દેખાતી નથી.

એ થરોના ઉપરના થરોમાં સેન્દ્રિય પદાર્થના શેષો હોય છે. અને કાઈ કાઈ થરોમાં ફર્ન, સેવાળ, વગેરે અપુષ્પ વનસ્પતિ તથા સીપમાં રહેનારાં અને કરોડ વગરનાં પુષ્કળ પ્રાણીઓ દીઠામાં આવે છે.

તેથી ઉપરના થરોમાં હાલના કરતાં જુદી જાતનાં માછલાં અને પેટે ચાલનારાં કેટલાંક પ્રાણીઓ નજરે પડે છે.

હવે તેથી ઉપરના બીજા વર્ગના ખડકોમાં પેટે ચાલનારાં પ્રાણીઓ અને ગરોળીઓ દીઠામાં આવે છે. જેમ જેમ વખત જતો ગયો તેમ તેમ ગરોળીઓનો કદ વધતાં જઈ ૮૦ ફૂટ લાંબું અને ૩૦ ફૂટ ઉંચું પ્રાણી બન્યું. તેની આંખો થાળી કરતાં પણ મોટી હતી. પછી પક્ષી ઉત્પન્ન થયાં. શરૂઆતમાં પક્ષી પેટે ચાલનારાં પ્રાણીઓના જેવાં હતાં. તે પક્ષીઓને દાંત હતા અને ગરોળીના જેવી લાંબી પુંછડી હતી. અને કરોડની ચુડીમાંથી લખવાનાં કિવલ અને પીછાં નીકળતાં.

તે પછીના ખડકોમાં હાલના જેવી વનસ્પતિવાળા માલમ પડે છે;



અને આચળવાળાં પ્રાણીની જાત સર્વોપરી થઇ મનુષ્યજાતને મળતું પ્રાણી અર્થાત્ વાનર ઉત્પન્ન થયો. તેના શરીરની રચના ફેરફાર થતાં માણસ બન્યું.

પ્ર૦ સૃષ્ટિ રચનાનો ક્રમ સમજવાને કઈ પુરાણોની હકીકત ઉપયોગી છે ?

ઉ૦ મઝ્છ કઝ્છ, વરાહ, નૃસિંહ, વામન, પરશુરામ, રામ, કૃષ્ણ, બુદ્ધ અને કલકી—એવા દશ વિષ્ણુ ભગવાનના અવતાર ગણાય છે. એ ઉપરથી પણ સૃષ્ટિ રચનાનો ક્રમ સમજાય છે. અર્થાત્ પૃથ્વી ઉપર પોપડો બંધાયા પછી જળ અને વનસ્પતિ ઉત્પન્ન થતાં આરંભમાં જળચર પ્રાણી અર્થાત્ માછલાં બન્યાં. પછી જળચર અને ભૂચર એવું પ્રાણી અર્થાત્ કાચળા જેવાં પ્રાણી બન્યાં. ત્યારબાદ કેવળ ભૂચર જંગલી પ્રાણી બન્યું, એવું વરાહ અવતાર ઉપરથી સૂચિત થાય છે. ત્યારબાદ અર્ધ પશુ અને અર્ધ મનુષ્ય એવું પ્રાણી બન્યું. વખત જતાં એમાંથી વિચારવંત પૂર્ણ મનુષ્યાવતાર પરશુરામનો થયો.

પ્ર૦ હિમાલયનાં ઉંચા શિખરો ઉપર ખોદતાં રેતી, માછલાના ખોખાં, સીપો વગેરે હાથ ધાગે છે તે ઉપરથી શું અનુમાન થઈ શકે ?

ઉ૦ એ ઉંચું શિખર કાંઈ કાળે દરિયાને તળોએ હોવું જોઈએ. ધરતીકંપથી એ ખડકા ઉંચા ચઢતાં દરીઓ ખસી ગયો અને મૂળની નિશાનીઓ તે ઉપર રહી ગઇ.

પ્ર૦ કઝ્છના રણને સ્થાને પહેલાં દરિઓ હોવો જોઈએ એવું અનુમાન શા ઉપરથી થાય છે.

ઉ૦ એ રણની જમીનમાં રહેલી રેતી અરબી સમુદ્રની રેતી જેવી હોઇ એણી ગમ એનો ઢાળ છે. તે ઉપરથી દરિઓ હોવાનું સિદ્ધ થાય છે.

## સૂચના.

અમારે ત્યાંથી આ રાજ્યની શાળાઓમાં ચાલતાં ગુજ્ઞ દંત્રેણ વિગેરે તમામ પુસ્તકો તથા સ્ટેશનરી સામાન મળે જથ્થાબંધ લેનારને સારું કમીશન આપવામાં આવશે. બહારગ ઓર્ડરપર પુરતું ધ્યાન આપવામાં આવશે.

## અમારા તરફથી પ્રગટ થયેલાં પુસ્તકો.

કિંમત. રૂ. આ

૧. ગુ. બીજા ધોરણની નોટ. ( આ રાજ્યના નવા ધોરણ પ્રમાણે તમામ વિષયો સાથે). : ૦-
  ૨. ગુ. ત્રીજા ધોરણની નોટ. ૦-
  ૩. ગુ. ચોથા ધોરણની નોટ. ૦-
  ૪. ગુ. પાંચમા ધોરણની નોટ. ૦-
  ૫. ગુ. છઠા " " ૦-૧
  ૬. હિન્દી પ્રાથમિક તથા શિક્ષાવર્ગી ભાગ ૧ લાના અર્થ તરજુમાસહ. ૦-૩-૬
  ૭. હિન્દી શિક્ષાવર્ગી ભાગ ૨ જ્ઞના અર્થ તરજુમાસહ. ૦-૪-૦
  ૮. પ્રશ્નોત્તરરૂપે સૃષ્ટિજ્ઞાન ધો. ૧ લું. ૦-૧-૬
  ૯. " " " ૨ જું. ૦-૧-૦
  ૧૦. " " " ૩ જું. ૦-૧-૬
  ૧૧. " " " ૪ જું. ૦-૨-૦
  ૧૨. " " " ૫ મું. ૦-૨-૬
  ૧૩. " " " ૬ હું. ૦-૨-૬
  ૧૪. " " " ૭ મું. ૦-૪-૬
  ૧૫. ભરતખંડનો પ્રશ્નોત્તરરૂપે સરળ ઇતિહાસ ધો. ૫ માટે ૦-૨-૦
  ૧૬. " " " ધો. ૬ માટે ૦-૨-૬
- પત્રવ્યવહાર નીચેના સિરનામે કરવો:—

મણિલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય.

બુકસેલર એન્ડ પબ્લીશર.

મુ. પેટલાદ-વાયા આણંદ.

